https://doi.org/10.14368/jdras.2024.40.3.125
ISSN 2384-4353 eISSN 2384-4272

Original Article

Accuracy of bite registration according to the buccal bite scan range of intra-oral scanner

Tae-sung Kwon, Dae-hyun Kim, Min-su Kim, Dong-jun Song, Joo-Hun Song*
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republic of Korea

Purpose: The aim of this study was to determine which scan range would provide the most accurate bite registration when performing a bite scan after scanning an upper and lower arch using an intraoral scanner. **Materials and Methods:** The occlusal contact points were recorded using articulating paper for 30 adults, and the results of various ranges of buccal bite scan were compared based on this. Buccal bite scan of 5 ranges (1st premolar to 2nd premolar, 1st premolar to 1st molar, 1st premolar to 2nd molar, 2nd premolar to 1st molar, and canines to another side canine of the maxillary teeth) was performed, and then the buccal bite scan file was used in a CAD program to confirm the occlusal area in the scan file through data editing and alignment, leaving the buccal area of the teeth. Afterwards, the degree of agreement between the occlusal contact points obtained from the articulating paper and the occlusal area obtained from the scan file was compared, and statistical analysis was performed using the homoscedastic T-test ($\alpha = 0.05$). **Results:** The alignment success and alignment failure rates among each group were 77.23% and 40.85% in canine to another side canine, 68.23% and 28.89% in bilateral first premolar to second premolar, 63.76% and 29.97% in bilateral first premolar to first molar, 61.31% and 32.04% in bilateral first premolar to second molar, 67.55% and 27.46% in second premolar to first molar. The results of the anterior scan of both canines showed higher alignment success and failure rates compared to the scan results of all maxillary posterior teeth. In the alignment success rate, statistical significance was not found depending on the scan range of the posterior teeth, but in comparing the results of the posterior teeth and both canines, statistical significance was observed except for the scan results of the second premolar to the first molar. There was no statistical significance in the alignment failure rate depending on the scan range of the posterior teeth, and statistical significance was observed in the results of the posterior teeth and both canines. **Conclusion:** When taking a buccal bite scan, in the case of scanning the anterior teeth, more occlusal area appear than when scanning the posterior teeth, and in the case of scanning the posterior teeth, there is no significant difference in the bite registration depending on the scan range. **(J Dent Rehabil Appl Sci 2024;40(3):125-34)**

Key words: articulating paper; intraoral scan; bite registration; maximal intercuspal position

서론

치과용 CAD (Computer Aided Design)와 CAM (Computer Aided Manufacturing) 기술은 근 수십년간 놀라운 발전을 이룩하였다. 처음에는 단일 치아에 대한 인레이, 크라운과 같이 단순한 치료에 제한되어 사용되었고 효율성도 떨어졌다.[1-3] 하지만 구강 스캐너의 발전, 지르코니아의 개발 등 다양한 기술의 발전과 함께 치과용 CAD/CAM 기술은 임상 치의학 분야에서 폭 넓게 활용되고있다.[4] 특히 구강 스캐너는 과거의 경우 사용하기 복잡하고 크기도 커서 실제 진료에 사용하기 어려웠지만, 2000년대에 들어 고해상도의 3D 이미지를 실시간으로 보여줄 수 있는 구강 스캐너가 등장하고 현재에 와서는 보다 소형화 되고 무선으로 사용이 가능하게 되는 등

*Correspondence to: Joo-Hun Song
Assistant Professor, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chosun University, 7 Chosundae-gil, Dong-gu, Gwangju, 61452, Republic of Korea
Tel: +82-10-9288-1434, Fax: +82-62-608-5366, E-mail: jhun2020@chosun.ac.kr
Received: May 13, 2024/Last Revision: June 2, 2024/Accepted: June 17, 2024

Copyright© 2024 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
©It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

빠른 속도로 발전이 이루어지고 있다.[5,6] 구강 스캐너의 발전 및 다양한 소재 및 기술의 진보를 바탕으로 최근에는 CAD/CAM 기술을 이용해 국소의치, 총의치, 임플란트 지대주, 악안면 보철물을 만드는 등의 다양한 시도 또한 시행되고 있다.[7-10]

이러한 CAD/CAM의 치과에서의 활용에서 임상의들이 가장 먼저 접하게 되는 도구는 구강 스캐너이다. 구강 스캔은 악궁과 치아의 기하학적 형태를 3차원적으로 측정하고, 이를 디지털 데이터로 바꿔준다는 측면에서 CAD/CAM의 출발점이라 할 수 있다.[3] 구강 스캔은 전통적인 인상 방식에 비해 시간을 절약할 수 있고, 인상체의 변형에 의한 오차를 감소시킬 수 있으며, 환자의 불편감을 줄일 수 있다는 장점을 가진다.[11-16]

구강 스캐너를 이용해 정확한 데이터를 획득하기 위해서는 기본적인 구강 스캐너의 이미지 구현 방식을 이해하고 이를 고려한 스캔의 진행이 필요하다. 구강 스캐너가 이미지를 형성해 내는 과정은 기본적으로 여러 개의 스캔 이미지를 결합하는 방식을 사용하는데, 이 과정은 각 이미지 간 중첩 영역을 찾고 이를 통해 얻은 정보를 바탕으로 이미지를 정렬하는 과정이 진행되며 중첩 과정에서 오류가 발생하여 이러한 오류가 누적된다면 결과물에 있어서 큰 왜곡을 만들 수 있다.[17]

위와 같은 오류를 줄이기 위해 다양한 구강 스캐너에 따른 스캔 결과 비교 및 스캔 방식에 따른 결과 비교를 바탕으로 상악 및 하악의 구강 스캔방법 등에 대한 다양한 연구가 진행되었지만, 교합 정렬을 위한 협측 교합 스캔에 대한 연구는 부족하다.[18-23] 적절하지 못한 교합 인기로 올바른 교합 관계를 얻지 못하면 이를 통해 제작된 보철물은 추후 구강내 장착 시 많은 조정이 필요하게 된다. 협측 교합 스캔에 있어서 최대한 넓은 범위를 스캔해서 필요한 정보를 더 많이 포함되도록 하는 것이 더 신뢰성 있는 교합 인기가 가능하다는 의견도 있지만,[5] 넓은 범위를 스캔하면 중첩하여 전체 이미지를 만들어 나가는 과정에서 오류가 중첩되어 오히려 부정확한 교합 인기가 가능하다는 의견 또한 존재한다.[17] 또한 구치부를 스캔하는 방식과 전치부를 스캔하는 방식 중 어떠한 것이 옳은지에 이견이 있다.[24]

본 연구에서는 협측 교합 스캔 시 치아의 전치부를 위주로 스캔을 진행하는 것이 좋을지 아니면 구치부의 어떠한 범위를 스캔하는 것이 가장 올바른 교합관계를 얻을 수 있을지에 대해 연구를 진행하고, 이를 통해 임상에서 보다 정확한 보철물의 제작을 가능하게 하는데 도움이 되고자 한다.

연구 재료 및 방법

안정된 교합 상태를 유지하고 있는 평균 23.7세(20 - 27세)의 성인 30명(남성 15명, 여성 15명)을 대상으로 동의를 얻은 후 실험을 진행하였다(Table 1). 반복 재현이 가능한 안정된 교합 상태의 획득이 필요하여 임플란트를 식립하지 않고, 턱관절질환과 치주질환이 없으며, 제 3대구치를 제외한 전체 치아 중 결손이 없고, 교정을 하지 않았거나 교정이 끝난 지 3년이 넘은 30명의 환자를 대상으로 연구를 진행하였다.[25] 조선대학교 치과병원 기관생명윤리위원회의 심의 후(IRB No. CUDHIRB 2309 001) 실험을 시행하였다.

상악, 하악 스캔 데이터 및 교합점(Occlusal contact point)의 획득

스캔은 숙련된 단일한 술자에 의해 진행되었으며, 피험자들이 일관된 최대 교두간 접촉위를 재현할 수 있도록 반복해 교육하였다. 이후 구강내 치면을 건조 시키고 교합지(Accufilm®, Parkell, Edgewood, USA)를 이용하여 환자의 교합점을 채득한다. 교합지에 의해 교합점이 찍힌 상태의 상악과 하악의 치아를 구강 스캐너(Trios5, 3Shape dental system, Copenhagen, Denmark)를 이용해 스캔을 시행한다. 해당 구강 스캐너는 컬러로 스캔이 가능하며 이를 통해 교합지가 인기 된 부위를 스캔 파일에서 쉽게 확인할 수 있다. 타액과 혀로부터 비교적 자유로워 교합점의 보존에 유리한 상악을 교합 분석 비교의 기준 악궁으로 삼아 교합점이 손상되는 것을 최소화하였다. 상악의 치아에 표시된 교합점(Occlusal contact point, O)을 명확히 구분할 수 있도록 스캔 파일에서 빨간 점으로 표시하고 이렇게 얻어진 교합 접촉 부위를 실제 환자의 교합 된 부위로 간주하였다(Fig. 1).

Table 1. Participants in this study

	Number	Mean age (year)
Male	15	23.7
Female	15	23.8
Total	30	23.7

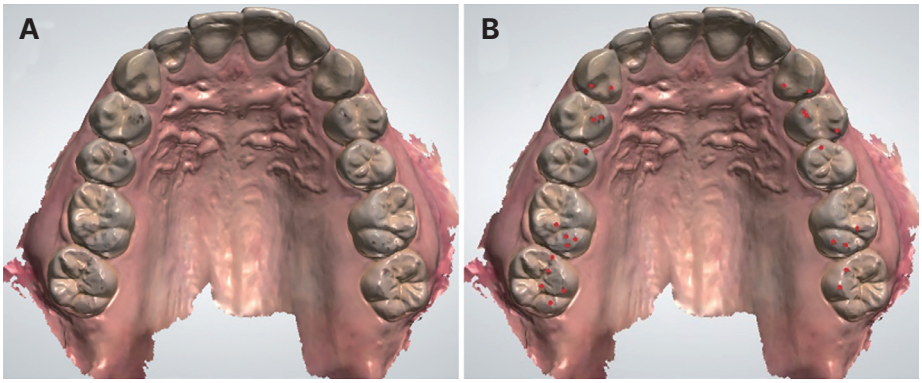

Fig. 1. (A) Maxilla dentition after biting articulating paper, (B) Red dot at occlusal contact point.

영역 별 협측 교합 스캔 데이터의 획득 및 편집

상악, 하악 치아를 스캔을 한 후 교합 정렬을 위해 좌측과 우측의 협측 교합 스캔을 진행하였다. 치면을 건조시킨 후 최대 교두간 접촉위로 폐구 하도록 지시 후 상악 치아를 기준으로 스캔의 범위를 나누어 협측 교합 스캔을 진행하였다. 스캐너 팁의 크기에 따른 스캔의 범위를 고려하여 임상적으로 교합 인기가 되는 치아 2개 이상을 스캔의 범위로 설정하였다. 이전 단계에서 스캔한 같은 상악, 하악 스캔 파일을 불러온 후 총 5개의 그룹으로 나누어 협측 교합 스캔을 진행하였다. A그룹은 좌우 양측의 제1소구치에서 제2소구치(#4-5), B그룹은 제1소구치에서 제1대구치(#4-6), C그룹은 제1소구치에서 제2대구치(#4-7), D그룹은 제2소구치에서 제1대구치(#5-6), E그룹은 견치에서 반대 악궁의 견치를(#3-3) 스캔의 범위로 설정하였다(Fig. 2, Table 2).

CAD 소프트웨어(Autodesk Meshmixer, Autodesk, San Rafael, USA)를 이용해 얻어진 모든 협측 교합 스캔 데이터를 편집한다. 추후 협측 교합 스캔 데이터에 대한 상악, 하악 스캔파일의 정렬 시 움직일 수 있는 연조직

Table 2. Classification of groups based on buccal bite scan range

	Canine*	1st Premolar	2nd Premolar	1st Molar	2nd Molar
A		←	→		
B		←	—	→	
C		←	—	—	→
D			←	→	
E	← →				

* The canine refers to the area that extends to the canine of the opposite dental arch.

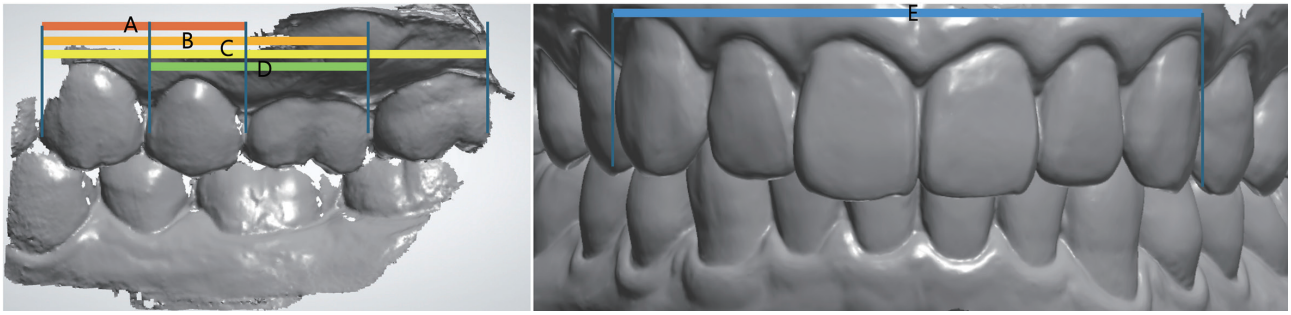

Fig. 2. Buccal bite scan range. (A) 1st premolar-2nd premolar, (B) 1st premolar- 1st molar, (C) 1st premolar-2nd molar, (D) 2nd premolar- 1st molar, (E) canine-canine.

에 대한 변수를 제거하기 위해 치아의 치은연측 0.5 mm의 데이터를 삭제하였다. 그리고 치아의 교합면측도 0.5 mm 삭제하는데, 이는 상악과 하악 치아의 수직 피개에 따라 스캔의 왜곡이 발생할 수 있는 부위를 제거하여 오차를 최소화하고자 함이다(Fig. 3).[26]

상악, 하악 스캔 데이터의 정렬 및 정렬점(Alignment point)의 획득

CAD 정렬 및 분석 소프트웨어(GOM inspect 2018, GOM, Braunschweig, Germany)를 이용해 위에서 편집한 협측 교합 스캔 파일에 상악과 하악 스캔 파일을 정렬한다. 먼저 상악 및 협측 교합 스캔 데이터를 소프트웨어에 불러오고 상악과 협측 교합 스캔 데이터가 겹치는 영역을 신뢰 영역으로 지정한 후 상악을 기준으로 협측 교합 스캔 데이터를 정렬해 편집한다. 이후 편집한 협측 교합 스캔 데이터와 하악 스캔 데이터를 소프트웨어에 불러온다. 협측 교합 스캔 데이터와 하악 스캔 데이터가 겹치는 영역을 신뢰 영역으로 지정한 후 협측 교합 스캔 데이터를 기준으로 하악 스캔 데이터를 정렬한다. 이러한 방법을 통해 각 범위 별 협측 교합 스캔 데이터에 따라 정렬이 완료 된 상악과 하악 스캔데이터를 얻는다(Fig. 4).

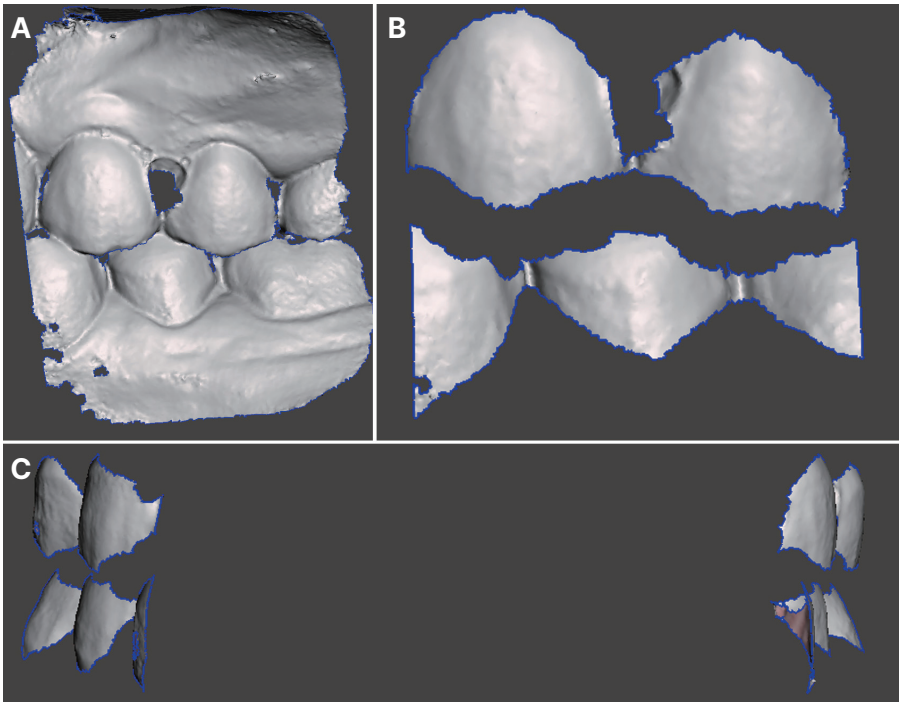

Fig. 3. Data editing procedure. (A) Original bite scan data, (B) Bite scan data after editing, (C) Bite scan data on both sides after editing.

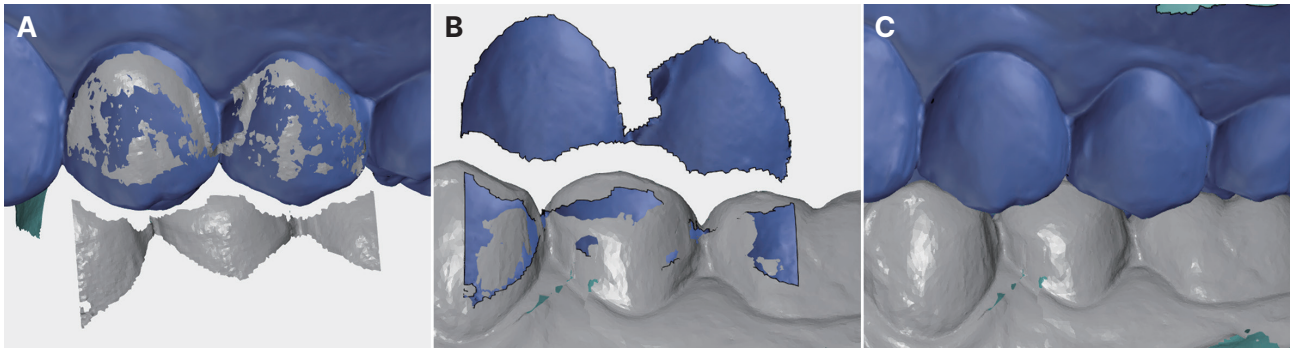

Fig. 4. Maxilla and mandible alignment procedure. (A) Bite scan aligned based on maxilla, (B) Mandible aligned based on bite scan, (C) Maxilla and mandible alignment.

CAD 정렬 및 분석 소프트웨어(GOM inspect 2018)에서 표면 비교 기능을 이용해 상악과 하악 교합면 간 거리를 측정하였다. 해당 소프트웨어에서 범주 설정을 통해 정렬된 상악, 하악의 스캔파일의 교합 영역을 확인할 수 있다. 교합 영역의 설정은 본 연구에 사용한 교합지의 두께는 21 μm를 양수 한계 범위로 설정하였다. 치아가 실제로 교합이 된다면 교합력에 의해 치아의 변위가 나타날 수 있고 이럴 경우에는 상악, 하악의 정렬된 스캔 파일에서는 겹쳐서 나타나며 이는 수치로 음수 값으로 나타난다. 연구에 따르면 상악, 하악의 제 1대구치의 생리적 변위량의 합은 69 - 201 μm로 보고된 바 있다.[27] 이를 참고하여 교합력에 의한 최대 변위량을 201 μm로 보고 음수값의 한계범위를 -201 μm로 설정하였다(Fig. 5). 최종적으로 +21 μm - -201 μm 까지의 영역에 들어오는 영역을 스캔 파일에서 교합이 되는 영역이라고 간주하고 이를 정렬점(Alignment point, A)이라고 표현하였다.

교합점(Occlusal contact point)과 영역 별 교합 협측 데이터 정렬점(Alignment point)의 분석

이러한 과정을 통해 얻어진 교합점(Occlusal contact point, O)과 각 범위 별 협측 교합 스캔 정렬점(Alignment point, A)의 일치도를 비교하기 위해 양 데이터를 중첩 시켜 서로 중복되는 영역과 그렇지 않은 영역을 구분하여 그 횟수를 세어 기록 하였다(Fig. 6). 크게 3가지 영역으로 구분하여 계산을 진행하였는데 교합점으로 기

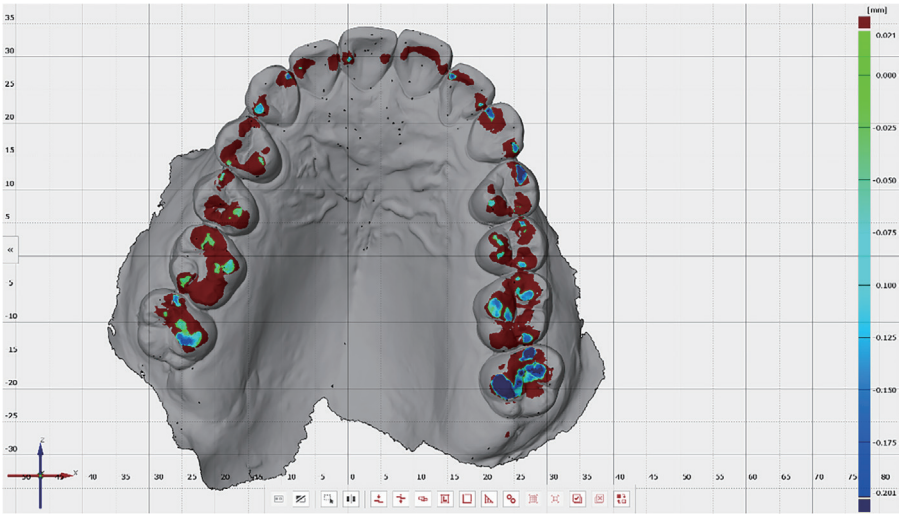

Fig. 5. Amount of overlap between maxilla and mandible after alignment, define overlap area as alignment point.

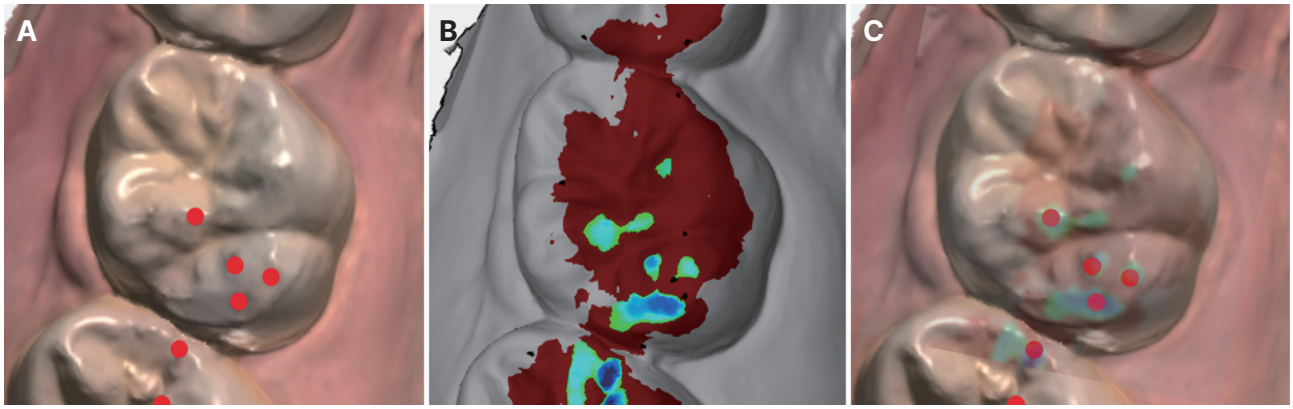

Fig. 6. Comparison occlusal contact point and alignment point. (A) Red dot at occlusal contact point, (B) Amount of overlap between maxilla and mandible after alignment, (C) Overlap A and B and comparison.

록된 부분을 O로 표시하고, 정렬점으로 기록된 부분을 A라고 표시하였다. 그리고 교합점과 정렬점이 겹쳐서 나타나는 영역을 OA로 표시하였다(Fig. 7). 전체 교합점 대비 교합점과 정렬점이 일치하는 비율을 정렬 성공률이라고 하였고 OA/O+OA로 계산하였다. 그리고 전체 정렬점 대비 정렬점과 교합점이 겹치지 않는 비율을 정렬 실패율이라 하며 A/OA+A로 계산하였다. 해당 과정에서 교합점과 정렬점이 만약 하나의 포인트로 영역이 보이지 않고 연결되어 보인다면, 연결된 모든 부분을 하나의 점으로 간주하여 계산을 진행하였다. 이와 같은 과정을 교합점 대비 각 협측 교합 스캔 데이터 범위별로 모두 시행하였다.

통계학적 분석

SPSS 통계 분석 프로그램(IBM SPSS Statistics 22.0, SPSS INC., Chicago, USA)을 이용하여 통계 분석을 시행하였다. A, B, C, D, E 모든 그룹 간의 통계적 유의성을 평가하기 위해 등분산 검증 후 등분산성 T-test를 시행하였다($\alpha = 0.05$).

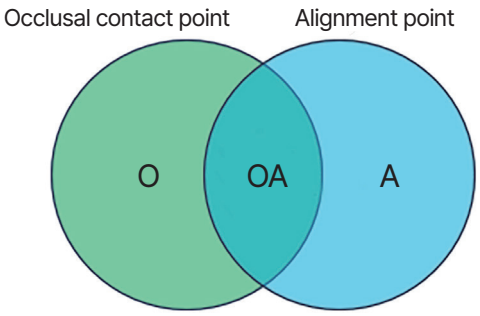

Fig. 7. Occlusal contact point (O) and alignment point (A), OA when occlusal contact point is within alignment point, O when occlusal contact point is outside alignment point, A when there is no occlusal point within alignment point.

결과

각 환자에 대해 교합지를 통해 교합점을 빨간 점으로 표시한 후 이를 올바른 교합점의 기준으로 하였다. 협측 교합 스캔을 다양한 치아의 범위로 실시하고 협측 교합 스캔 데이터를 편집하였다. 협측 교합 스캔 데이터를 이용해 상악, 하악을 배열한 후 상악, 하악간의 거리를 측정하여 디지털상에서 교합이 된다고 생각하는 영역을 표시한 후 이를 실제 교합점과 대조하였다. 이후 얻어진 결과값에서 정렬 성공률과 정렬 실패율을 계산해 평균 및 표준편차를 계산하였다(Table 3).

정렬 성공률은 C그룹인 제1소구치에서 제2대구치까지 61.31%, B그룹인 제1소구치에서 제1대구치까지 63.76%, D그룹인 제2소구치에서 제1대구치까지 67.55%, A그룹인 제1소구치에서 제2소구치까지 68.23%, E그룹인 견치에서 반대 악궁의 견치까지 77.23%으로 높아졌고, 정렬 실패율은 D그룹인 제2소구치에서 제1대구치까지 27.46%, A그룹인 제1소구치에서 제2소구치까지 28.89%, B그룹인 제1소구치에서 제1대구치까지 29.97%, C그룹인 제1소구치에서 제2대구치까지 32.04%, E그룹인 견치에서 반대 악궁의 견치까지 40.85% 순으로 높아졌다. E그룹인 상악 견치에서 견치로의 전치부 스캔에서의 결과가 상악 모든 구치부 스캔 결과에 비해 정렬 성공률과 실패율 모두 높은 양상이 나타났다(Table 3).

협측 교합 스캔의 범위에 따른 정렬 성공률, 정렬 실패율이 등분산 검증 후 등분산성 T-test를 통해 통계적 유의성을 평가하였다(Table 4). 정렬 성공률에서 E그룹인 양측 견치간의 결과와 대부분의 구치부 사이에서 통계적 유의성이 관찰되었으나($P < 0.05$), D그룹인 제 2소구치에서 제 1대구치까지의 결과만이 양측 견치와 통계적 유의성이 관찰되지 않았다($P > 0.05$). 그 외 모든 구치부 사이에서 정렬 성공률은 통계적 유의성이 관찰되지 않았다($P > 0.05$). 정렬 실패율에서 E그룹인 양측 견치간의 결

Table 3. Alignment success rate and Alignment failure rate (mean ± SD)

	A (#4-5)	B (#4-6)	C (#4-7)	D (#5-6)	E (#3-3)
AS	68.23 (23.23)	63.76 (19.10)	61.31 (28.04)	67.55 (20.62)	77.23 (20.23)
AF	28.89 (16.08)	29.97 (15.07)	32.04 (25.51)	27.46 (12.07)	40.85 (16.08)

AS: Alignment success rate, AF: Alignment failure rate.
A (#4-5): 1st premolar-2nd premolar, B (#4-6): 1st premolar- 1st molar, C (#4-7): 1st premolar-2nd molar, D (#5-6): 2nd premolar- 1st molar, E (#3-3): canine-canine.

Table 4. Homoscedastic T-test of Alignment success rate and Alignment failure rate

AF \ AS	A (#4-5)	B (#4-6)	C (#4-7)	D (#5-6)	E (#3-3)
A (#4-5)		0.4196	0.3060	0.9051	0.0373*
B (#4-6)	0.7807		0.7267	0.4631	0.0103*
C (#4-7)	0.4556	0.6259		0.3341	0.0115*
D (#5-6)	0.6837	0.4813	0.2473		0.0714
E (#3-3)	0.0034*	0.0090*	0.0481*	0.0001*	

*$P < 0.05$.
AS: Alignment success rate, AF: Alignment failure rate.
A (#4-5): 1st premolar-2nd premolar, B (#4-6): 1st premolar- 1st molar, C (#4-7): 1st premolar-2nd molar, D (#5-6): 2nd premolar- 1st molar, E (#3-3): canine-canine.

과와 모든 구치부 사이에서 통계적 유의성이 관찰되었으며($P < 0.05$), 모든 구치부 사이에서의 정렬 실패율은 통계적 유의성이 관찰되지 않았다($P > 0.05$).

고찰

적절한 보철물의 제작을 위해 인상 채득도 중요하지만 상악과 하악의 악간 관계를 결정짓는 교합 채득 또한 매우 중요하다. 구강 스캐너를 이용한 전체 스캔 과정도 상악과 하악의 스캔이 끝난 후 교합 스캔 단계가 진행이 되는데 이때 얻은 스캔 파일을 이용해 상악과 하악의 스캔 파일의 정렬이 이루어지게 된다. 만약 이 과정이 잘 이루어지지 못한다면 부적절한 상악과 하악의 악간 관계로 올바른 보철물을 제작하기 어렵고, 구강 내 장착을 위해 많은 조정이 필요하며, 이는 원래 보철물 수명에도 영향을 줄 수 있다.[24] 구강 스캐너를 이용하여 어떻게 협측 교합 스캔을 진행하였을 때 좋은 결과를 얻을 수 있는지는 연구가 많지 않아 본 연구에서는 보다 정확한 보철의 제작을 가능케 하고 이에 대해 임상에서 잘 활용할 수 있도록 협측 교합 스캔에 대해 연구를 진행하였다.

본 연구에서는 올바른 교합점의 기준으로 교합지를 활용하였는데, 환자에게 교합지를 물린 후 교합점(Occlusal contact point, O)을 획득한 후 상악 및 하악을 스캔하였고 구강 스캐너가 컬러 정보를 획득할 수 있다는 점을 이용해 해당 교합점을 CAD파일에서 확인하여 이를 기준으로 삼았다(Fig. 1). 교합지가 두께를 가지고 있어서 실제 교합점이라고 하기에는 한계가 있으나,[28] 널리 임상적으로 활용하고 받아들여져 온 방식이기 때문에 교합지를 통해 얻은 정보를 기준으로 삼았다.

협측 교합 스캔의 영역은 좌우 양측의 제1소구치에서 제2소구치, 제1소구치에서 제1대구치, 제1소구치에서 제2대구치, 제2소구치에서 제1대구치, 견치에서 반대 악궁의 견치로 나누어서 시행하였다. 해당 영역의 설정은 현재 임상에서 하고 있는 다양한 방법 등을 고려하여 구분하였으며, 전치부의 영역의 포함이 어떠한 결과를 미치는지 분석하기 위해 견치에서 반대 악궁의 견치의 영역도 포함하여 연구를 진행하였다. 연조직이 정렬 과정에서 영향을 줄 수 있어 스캔 파일에서 해당 영역의 편집을 시행 후 해당 영역을 신뢰 영역으로 설정하여 상악과 하악 파일의 정렬을 진행하였다.

정렬된 상악과 하악의 스캔 파일은 석고 모델과는 다르게 일정 영역이 겹쳐서 나타날 수 있다.이는 최대 교두감합위에서 치아의 생리학적 이동이 나타나고 이 부분이 스캔 파일에서는 겹쳐서 나타나며 이때 스캔 파일간의 거리는 음수 값으로 표시되게 된다. 최대 교두 감합위에서 건강한 치아의 생리적 이동량을 고려하여,[27] 본 연구에서는 상악과 하악의 스캔 파일이 겹쳐서 나타나는 교합 영역의 음수 값의 한계 범위를 -201 μm로 설정하였다. 그리고 본 연구에서 사용한 교합지의 두께는 21 μm이며 치아들이 실제로 접촉하지 않더라도 해당 영역에만 들어와도 교합지에 닿는 부위로 나타날 수 있기에 이를 기반으로 양수 값의 한계 범위를 +21 μm로 정하였다. 그리고 이렇게 설정된 범위 안에 들어오는 영역을 디지털상에서 교합이 되는 부분이라고 판단하였고, 이를 실제 교합지와 찍힌 부분과 비교하였다.

정렬 성공률은 양측 견치에서 가장 높게 나타났으며, 구치부 간의 정렬 성공률의 통계적 유의성은 나타나지 않았고, 제2소구치에서 제1대구치까지의 범위를 제외한 구치부 간의 결과들과 양측 견치에서 통계적 유의성이 나타났다. 정렬 실패율은 양측 견치에서 가장 높게 나타

났으며, 구치부 간의 결과에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았으나, 구치부 간의 결과들과 양측 견치에서의 결과는 통계적 유의성이 나타났다. 정렬 성공률, 정렬 실패율 모두 견치에서 반대 악궁의 견치까지가 유의미하게 높다는 것을 확인할 수 있다. 이는 전치부 스캔을 통한 정렬에서 나타나는 결과는 실제 교합지에 찍힌 부위보다 더 많은 영역에서 상악과 하악 스캔파일이 겹쳐서 나타남을 의미한다. 구치부 간의 결과들은 정렬 성공률과 정렬 실패율 모두 통계적인 유의성이 없었는데 이는 구치부에서 다수치아를 넓게 스캔한다고 교합 인기의 정확도가 향상되는 것이 아님을 확인할 수 있다.

협측 교합 스캔파일과 상악 스캔과 하악 스캔파일의 정렬 시 두 스캔파일은 완전히 일치할 수 없고 이로 인해 정렬과정 중 틀어짐이 발생하게 된다. 이와 같은 이유때문에 양측 견치 스캔의 데이터로 정렬이 이루어 지면 스캔 파일에서 더 먼 곳인 구치부에서 틀어짐이 더 발생하고 결국 더 과도하게 겹치는 영역이 나타나서 양측 견치의 스캔에서 정렬 성공률과 실패율 모두다 높게 나타나는 결과가 발생되었다고 사료된다. 그리고 이러한 결과로 전치부를 기준으로 정렬된 상악과 하악 파일에서 보철물이 제작된다면 보철물의 교합이 다소 낮게 제작될 수 있다. 구치부 간의 결과들 에서는 정렬 성공률과 실패율 모두에서 통계적 유의성이 나타나지 않은 부분은 정렬 되는 데이터가 양측 악궁에서 비교적 대칭으로 존재하여 한쪽이 뒤틀리는 부분이 최소화되었기 때문이라고 사료된다. 또한 이 결과는 구치부 협측 스캔의 영역을 넓게 스캔하는 것 보다는 스캔하기 용이한 부위를 정확하게 스캔의 진행이 더 추천됨을 의미한다. 특히 구강 스캐너가 접근하기 어려운 제2대구치는 무리하게 협측 교합 스캔을 할 필요는 없으며, 이와 같은 스캔 방법의 전략은 보다 시간을 절약하고 환자의 불편감을 감소시키면서, 더 효율적이고 정확한 교합 인기를 가능하게 한다는 부분에서 임상가들에게 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 여러가지 변수 통제를 위해 실험군 모집 및 데이터 편집을 시행하였다. 하지만 교합 스캔파일과 상악과 하악 파일의 정렬도 자체에 대한 분석은 이루어지지 못한 한계점이 존재한다. 또한 교합 시 치아마다 움직임이 다르지만 해당부분이 반영되지 않았다는 한계점이 존재하며, 본 연구는 치아와 치주상태가 좋은 건강한 사람을 대상으로 한 연구로 동요도가 전반적으로 존재하는 환자의 경우 교합 채득을 어떻게 해야 할지에 대해서는 방향을 제시하지 못한 한계가 존재한다. 다양한 경우와 더 많은 데이터가 있었다면 보다 의미 있는 결과를 얻을 수 있으리라 판단되며, 이 부분이 반영된 추가 연구가 필요하리라 사료된다.

결론

협측 교합 스캔의 범위에 따른 교합 인기의 정확성을 분석하였을 때 다음과 같은 결과를 얻었다.

전치부의 스캔을 통한 교합 정렬은 교합지로 나타난 교합점보다 더 많은 영역에서 교합 영역이 나타난다.

구치부의 협측 스캔 범위에 따른 교합 인기의 정확도에서 통계적 유의성은 존재하지 않는다.

Acknowledgements

이 논문은 2020학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

ORCID

Tae-sung Kwon https://orcid.org/0009-0008-5100-9722
Dae-hyun Kim https://orcid.org/0009-0008-6771-2017
Min-su Kim https://orcid.org/0009-0007-3031-9740
Dong-jun Song https://orcid.org/0009-0004-1656-9071
Joo-Hun Song https://orcid.org/0000-0003-4229-6148

References

1. bin Irfan U, Aslam K, Nadim R. A review on CAD CAM in dentistry. J Pak Dent Assoc 2015;24:112-6.
2. Abdullah AO, Muhammed FK, Zheng B, Liu Y. An Overview of Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) in Restorative Dentistry. J Dent Mater Tech 2018;7:1-10.
3. Choi HS, Moon JE, Kim SH. The application of CAD/CAM in dentistry. J Korean Dent Assoc 2012;50:110-7.
4. Revilla-Leon M, Frazier K, da Costa JB, Kumar P, Duong ML, Khajotia S, Urquhart O. Intraoral scanners: An american dental association clinical evaluators panel survey. J Am Dent Assoc 2021;152:669-70. e2.
5. Haidar ZS. Digital dentistry: Past, present, and fu-

ture. DMHT. 2023(2):1-16.
6. Angelone F, Ponsiglione AM, Ricciardi C, Cesarelli G, Sansone M, Amato F. Diagnostic applications of intraoral scanners: a systematic review. J Imaging 2023;9:134.
7. Carneiro Pereira AL, Martins de Aquino LM, Carvalho Porto de Freitas RF, Soares Paiva Tôrres AC, da Fonte Porto Carreiro A. CAD/CAM-fabricated removable partial dentures: a case report. Int J Comput Dent 2019;22:371-9.
8. Wimmer T, Gallus K, Eichberger M, Stawarczyk B. Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. J Prosthet Dent 2016;115:541-6.
9. e Bertolini MdM, Kempen J, Lourenço EJV, de Moraes Telles D. The use of CAD/CAM technology to fabricate a custom ceramic implant abutment: A clinical report. J Prosthet Dent 2014;111:362-6.
10. Yadav S, Narayan AI, Choudhry A, Balakrishnan D. CAD/CAM-assisted auricular prosthesis fabrication for a quick, precise, and more retentive outcome: a clinical report. J Prosthodont 2017;26:616-21.
11. Ting-shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review. J Prosthodont 2015;24:313-21.
12. Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions - an in-vitro study. Int J Comput 2011;14:11-21.
13. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. Eur J Orthod 2016;38:429-34.
14. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. Clin Oral Investig 2014;18:1687-94.
15. Patzelt SB, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. J Am Dent Assoc 2014;145:542-51.
16. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. BMC Oral Health 2014;14:10.
17. Shopova D, Bakova D, Yordanova S, Yordanova M, Uzunov T. Digital Occlusion Analysis after Orthodontic Treatment: Capabilities of the Intra-oral Scanner and T-Scan Novus System. Appl Sci 2023;13:4335.
18. Park JM. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. J Adv Prosthodont 2016;8:354-62.
19. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. J Prosthet Dent 2017;118:36-42.
20. Anh JW, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. Korean J Orthod 2016;46:3-12.
21. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. Int J Comput Dent 2013;16:11-21.
22. Park JM, Park EJ, Heo SJ. Suitable scanning procedures for various prosthodontic treatments and the utilization of intraoral scanner. J Korean Dent Assoc 2014;52:354-62.
23. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. Quintessence Int 2016;47:343-9.
24. Park JM, Jeon J, Heo SJ. Accuracy comparison of buccal bite scans by five intra-oral scanners. J Dent Rehabil Appl Sci 2018;34:17-31.
25. Li L, Chen H, Wang Y, Sun Y. Construction of virtual intercuspal occlusion: Considering tooth displacement. J Oral Rehabil 2021;48:701-10.
26. Jeong Y, Shim JS, Kim JH, Kim JE, Lee H. Accuracy of Bite Registration Using Intraoral Scanner Based on Data Trimming Strategy for Fremitus Teeth. J Korean Dent Sci 2022;15:61-7.
27. Miura H, Hasegawa S, Okada D, Ishihara H. The measurement of physiological tooth displacement in function. J Med Dent Sci 1998;45:103-15.
28. Brizuela-Velasco A, Álvarez-Arenal Á, Ellakuria-Echevarria J, Río-Highsmith Jd, Santamaría-Arrieta G, Martín-Bianco N. Influence of Articulating Paper Thickness on Occlusal Contacts Registration: A Preliminary Report. Int J Prosthodont 2015;28:360-2.

구강 스캐너의 협측 교합 스캔 부위에 따른 교합 인기의 정확도

권태성 학생, **김대현** 학생, **김민수** 학생, **송동준** 전공의, **송주헌*** 조교수
조선대학교 치과대학 치과보철학교실

목적: 구강 스캐너를 이용해 상악, 하악 스캔을 시행 후 교합 스캔을 하는 과정에서 어떠한 범위를 스캔했을 때 가장 정확한 교합 인기가 되는지를 파악하고자 하였다.
연구 재료 및 방법: 성인 30명을 대상으로 교합지를 사용하여 교합점을 채득하고 이를 기준으로 다양한 범위의 협측 교합 스캔의 결과를 비교하였다. 총 5개 영역(상악 치아를 기준으로 좌우 양측의 제1소구치에서 제2소구치, 제1소구치에서 제1대구치, 제1소구치에서 제2대구치, 제2소구치에서 제1대구치, 양측 견치)의 협측 교합 스캔을 시행하였으며, 이후 협측 교합 스캔파일을 CAD 프로그램을 통해 해당하는 범위 치아의 협측 부위만 남겨두고 데이터 편집 및 정렬을 통해 스캔 파일에서 교합 되는 영역을 확인하였다. 이후 교합지로 얻어진 교합점과 스캔 파일에서 얻어진 교합 영역의 일치도를 비교하였으며, 등분산성 T-test를 통해 통계 분석하였다($\alpha = 0.05$).
결과: 각 그룹간 정렬 성공률과 정렬 실패율은 양측 견치에서는 각각 77.23%, 40.85%로 나타났고, 양측 제1소구치에서 제2소구치에서 각각 68.23%, 28.89%, 양측 제1소구치에서 제1대구치에서 63.76%, 29.97%, 양측 제1소구치에서 제2대구치에서는 61.31%, 32.04%, 그리고 양측 제2소구치에서 제1대구치는 67.55%, 27.46%로 나타났다. 양측 견치에서의 결과는 상악 모든 구치부 스캔 결과와 비교했을 때 정렬 성공률과 실패율 모두 높은 양상이 나타났다. 정렬 성공률에서 구치부를 스캔 범위에 따른 통계적 유의성은 나타나지 않았으나, 구치부와 양측 견치의 결과 비교에서는 양측 제2소구치에서 제1대구치의 스캔 결과를 제외하고 통계적 유의성이 관찰되었다. 정렬 실패율에서는 구치부 스캔 범위에 따른 통계적 유의성은 나타나지 않았고, 구치부와 양측 견치의 결과에서는 모두 통계적 유의성이 관찰되었다.
결론: 교합 협측 스캔 채득 시 전치부를 스캔할 경우 구치부를 스캔할 때보다 교합 되는 영역이 더 많이 나타나며, 구치부를 스캔할 경우 범위에 따른 교합 인기의 유의미한 차이는 나타나지 않는다.

(구강회복응용과학지 2024;40(3):125-34)

주요어: 교합지; 구강 스캔; 교합 인기; 최대 교두간 접촉위

*교신저자: 송주헌
(61542)광주광역시 동구 조선대길 7 조선대학교 치과대학 치과보철학교실
Tel: 010-9288-1434 | Fax: 062-608-5366 | E-mail: jhun2020@chosun.ac.kr
접수일: 2024년 5월 13일 | 수정일: 2024년 6월 2일 | 채택일: 2024년 6월 17일