



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

수직 변위 방지 구조를 가진
인상 코핑과 스캔바디를 이용한
임플란트 인상의 정확성

연세대학교 대학원
치 의 학 과
정 승 회

수직 변위 방지 구조를 가진
인상 코핑과 스캔바디를 이용한
임플란트 인상의 정확성

지도교수 김 선 재

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2023 년 12 월

연세대학교 대학원

치 의 학 과

정 승 회

정승회의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김 선 재 인

심사위원 김 지 환 인

심사위원 표 세 욱 인

연세대학교 대학원

2023년 12월

감사의 글

논문이 완성되기까지 많이 부족한 제게 모든 과정에서 아낌없는 도움을 주시고, 많은 지도와 인내, 관심으로 이끌어주신 김선재 교수님께 진심으로 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 세심한 조언과 훌륭한 가르침을 주신 김지환 교수님, 표세욱 교수님께 진심으로 감사드립니다. 강남세브란스에서 몸담았던 4년간 항상 술선수범하시며 물심양면으로 이끌어주신 데 이어 병원 밖에서도 제자를 위해 따뜻하게 가르침을 주신 김선재, 장재승 교수님께 다시 한 번 감사의 말씀 드립니다.

같이 의국생활을 하면서 앞에서 이끌어주며 조언을 아끼지 않으신 서권수, 최승희, 양민영 선배님, 4년간 옆에서 형으로써, 동기으로써 항상 든직하게 함께해준 김철민 선생, 항상 고맙고 진정으로 아끼는 오지환, 장한솔, 한진원, 윤필상, 박강수, 한진우 선생에게 많은 감사를 전합니다.

마지막으로 언제나 제 편에 서서 조언과 지원을 아끼지 않고 늘 힘이 되는 사랑하는 부모님과 누나, 그리고 하나뿐인 제 아내 한재연 양에게 정말 감사하다는 말을 전합니다.

2023 년 12 월

저자 씀

차 례

그림 차례.....	ii
표 차례.....	iii
국문 요약.....	iv
I. 서론.....	1
II. 연구내용 및 방법	
1. 기준모형 제작.....	5
2. 실험군 제작.....	7
3. 변위량의 측정.....	11
4. 통계분석.....	15
III. 결과.....	16
IV. 고찰.....	25
V. 결론.....	28
참고문헌.....	29
영문요약.....	33

그림 차례

Figure 1. Reference model	6
Figure 2. Impression copings and scanbodies	8
Figure 3. Conventionally duplicated models of CnS and CS group	9
Figure 4. Digital models of DnS and DS group	10
Figure 5. Schematic diagrams of centroids of implant platforms and the coordinate system	12
Figure 6. Schematic diagrams of centroids of digitally scanned implant platforms	13

표 차례

Table 1. Three dimensional differences between four test groups and the reference model of I34	17
Table 2. Three dimensional differences between four test groups and the reference model of I36	19
Table 3. Three dimensional differences between four test groups and the reference model of I37	21
Table 4. Overall three dimensional differences between four test groups and the reference model.	23

국문 요약

수직 변위 방지 구조를 가진 인상 코핑과 스캔바디를 이용한 임플란트 인상의 정확성

연세대학교 대학원 치의학과

정 승 회

(지도 교수 : 김 선 재)

임플란트 치료의 장기적 성공을 위해서는 정확한 인상채득을 통해 구강 내 임플란트의 위치를 정확히 재현한 작업모형의 제작이 필수적이다. 경사면 연결부를 가지는 내측 연결형 임플란트의 경우 현재까지 발표된 여러 연구에서 인상채득 방법에 따라 다양한 결과를 보이는데 이런 결과의 원인 중 하나로 임플란트와 지대주 연결부의 경사면 사이에서 발생하는 settling effect로 인한 부품 간 수직 변위(axial displacement)가 있다.

구강스캐너를 이용한 디지털 스캔 방법은 트레이와 실리콘 인상재를 이용하는 전통적인 인상법과 비교할 때 여러가지 장점을 가지며 임상에서 그 사용이 증가하고 있다. 특히 임플란트 인상채득의 경우 구강스캐너와 스캔바디를 함께 사용하여 자연치아 인상채득과 비교하여 편의성이 크게 향상된다는 장점이 있다. 하지만 경사면 연결부를 가지는 내측 연결형 임플란트의 경우 스캔바디 역시 임플란트와 스캔바디 사이 경사면에서 수직적인 변위

가 초래된다는 문제점을 가진다. 본 연구에서는 수직 변위를 방지하도록 실험적으로 고안된 인상 코핑 및 스캔바디를 사용하여 채득한 임플란트 인상의 3차원적 정확성을 평가하는 것이다.

하악모형의 좌측 제 1 소구치와 제 1, 2 대구치 부위에 각각 직경 4.3mm, 길이 10mm의 내측 연결형 임플란트를 식립하고 소구치 전정부에 3차원 좌표형성을 위한 PEEK 소재 정육면체를 고정하여 기준모형을 제작하였다. 기준모형을 각각 실리콘 인상재와 인상코핑을 이용하여 인상채득 후 석고모형을 제작하는 전통적인 인상채득법과 구강스캐너와 스캔바디를 이용한 디지털 스캔방법으로 각각 석고모형과 디지털 모형을 제작하였다. 각각의 인상법 스캔방법에 대해 인상 코핑과 스캔바디의 수직변위 방지 구조 유무에 따라 구분하여 총 4개 실험군으로 분류하였으며 각 실험군 당 10개의 모형을 제작하였다. 기준모형에서 임플란트의 3차원적 좌표 및 각도를 기준으로 각 실험군에서 임플란트의 중심좌표를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전통적인 인상채득법 보다 디지털 스캔방법이 임플란트의 3차원적 위치를 더 정확하게 재현했다.
2. 수직 변위 방지 구조를 포함하는 인상 코핑 또는 스캔 바디를 사용하는 경우 수직 변위 방지구조가 없는 경우에 비해 석고모형과 디지털 모형 모두에서 임플란트의 위치가 보다 치관측 변위되었다.

핵심이 되는 말: 임플란트 인상, 정확성, 수직 변위, 디지털 스캔, 스캔바디

I. 서론

자연치를 상실한 환자에 있어 임플란트를 이용한 수복은 5년 96.4%, 10년 93.9%로 높은 생존율을 보이는 예지성 있고 안정적인 치료 방법으로 보고되고 있다.^{1,3} 하지만, 높은 임플란트 생존율에 비해 나사 풀림, 나사 파절, 임플란트 및 보철물의 파절 등과 같은 기계적 실패⁴나 임플란트 주위 점막염이나 임플란트 주위염과 등으로 대표되는 생물학적 실패는 장기간 사용하는 임플란트 치료의 특성 상 치료 후 유지관리를 어렵게 만드는 문제점으로 주목받고 있다.^{5,6} 임플란트와 상부보철물 간의 적합오차는 이러한 기계적 또는 생물학적 실패의 위험을 증가시킬 수 있기 때문에 임플란트와 상부보철물의 적합도는 장기적인 성공에 큰 영향을 미친다.⁷ 우수한 적합도의 임플란트 보철물을 제작하기 위해서는 정확한 인상을 통한 구강 내 임플란트 위치를 그대로 재현한 작업모형이 필수적인데⁸, 작업모형의 정확도에는 인상채득 방법⁹, 임플란트 장축 간의 각도^{10,11}, 임플란트의 식립 깊이¹², 인상재의 종류¹³, 석고의 경화팽창 및 체적 변화량^{14,15}, 인상 코핑의 형태¹⁶, 그리고 임플란트-지대주 연결방식 등이 영향을 미칠 수 있다.¹⁷

임플란트와 지대주 사이에는 미세한 틈이 존재하게 되는데, 교합력이 가해질 때 이 틈으로 인해 지대주의 미세한 이동이나 회전이 발생하게 되고, 임플란트에 생물학적, 기계적 위해를 가할 수 있다.^{18,19} 경사면 연결부를 가지는 내측 연결형 임플란트의 경우 이러한 미세한 틈이 최소화될 수 있다는 장점이 있어 임상에서 사용이 선호되고 있다.²⁰ 그러나 경사면 연결부를 가지는 내측 연결형 임플란트에서는 임플란트와 지대주 접촉면 사이에서 “settling effect” 라고 불리는 독특한 현상이 발생한다.²¹ 임플란트나 지대주의 금속 표

면은 완전한 평활면이 아니라 미세한 요철이 존재하는데, 지대주에 하중이 가해질 때 미세 요철이 납작해지면서 접촉면끼리 더 가까워지는 효과가 발생하며, 결과적으로 지대주 위치가 수직적으로 침하하는 현상이 발생한다. Settling의 정도는 접촉면의 경사도, 거칠기, 경도, 지대주에 가해지는 하중, 그리고 조임력의 세기 등에 영향을 받으며, 이로 인해 보철물 제작 과정 및 장착과정 그리고 기능 과정 중에 지대주의 수직적인 변위를 유발할 수 있다.²²

이러한 임플란트 보철물의 수직 침하 현상을 극복하기 위하여 경사면 연결부를 가지는 내측 연결형 임플란트의 인상 채득 과정은 더욱 더 정교하게 관리될 필요가 있다. 인상 채득 과정 중 발생하는 임플란트와 인상 코핑 사이의 연결, 그리고 인상 코핑과 임플란트 아날로그 사이의 연결에서 발생하는 그 수직적인 변위 정도는 임상가가 조절할 수 없기 때문에 이로부터 부정확한 작업 모형이 초래될 수 있다. 특히 경사면 연결부의 각도가 작을수록 연결부에서 모스 테이퍼에 의한 마찰력이 더 크게 작용하므로 인상 코핑의 완전한 체결이 더욱 어려워진다. 하지만, 아직까지 경사면 연결부를 가지는 내측 연결형 임플란트에서 인상 코핑의 수직적인 변위 차이를 고려한 인상 채득의 정확성 연구는 보고된 바 없다.

디지털 기술이 크게 발달함에 따라 치의학에도 디지털 기술의 도입이 증가하고 있으며 그 중에서도 구강 스캐너를 이용한 디지털 스캔은 치과 임상에 큰 변화를 초래하였다. 구강 스캐너를 이용한 디지털 스캔은 전통적인 인상채득 방법에 비해 트레이 선택, 인상재의 조작 및 경화과정, 감염, 기공실까지 인상체를 운반하는 과정, 모형제작을 위한 과정 등이 필요없을 뿐 아니라 환자의 편안함까지 부가적으로 얻을 수 있다고 알려져 있다.^{23,24} Ender와 Mehl은 전통적인 polyether 인상채득법과 비교하여 구강 스캐너를 이용한 디지털 스

캔방식에서 보다 높은 정확도를 보였다고 하였으며²³, Güth 등은 CAD/CAM 작업과정에 있어서도 전통적 방법과 구강 스캐너를 이용한 작업과정을 비교한 결과 구강 스캐너를 이용한 방법에서 보다 높은 정확도를 보였다고 보고하였다.²⁵ 환자의 편안함, 재료비 절약, 진료시간 단축 등 다양한 면에서도 장점이 있어 디지털 스캔의 활용도는 점차 증가하고 있다.²⁶ 이와 달리 Flüge 등은 체계적 문헌고찰에서 실리콘 인상재와 인상 코핑을 이용한 전통적 방법과 구강 스캔을 통한 디지털 스캔 방법의 정확성을 비교하였는데, 아직까지 특정 인상방법이 우위에 있다고 결론 내리기에는 기존 연구데이터들의 신뢰도가 부족하며, 임상적용에 있어 특정 방법을 추천하기에는 데이터가 부족하다고 하였다.²⁷

지금까지 보고된 경사면 연결부를 가지는 내측 연결형 임플란트를 이용한 인상채득 방식의 정확도를 비교한 연구들은 인상 코핑이나 임플란트 아날로그 그리고 스캔바디의 수직 변위량에 대한 제어없이 결과값만을 비교하였다. 앞서 설명한 바와 같이 각 부품 사이에서 발생하는 부품들의 수직변위로 인한 오차는 임상가가 제어할 수 없으므로 이런 오차의 발생을 방지할 수 있다면 구강 내 임플란트의 위치를 보다 정확하게 재현하는데 도움이 될 것이라 여겨진다.

본 연구의 목표는 하악 구치부 부분 무치악 모형에서 경사면 연결부를 가지는 다수의 내측 연결형 임플란트를 대상으로 새롭게 고안된 수직 변위 방지 목적의 인상 코핑 또는 스캔바디를 사용했을 때, 전통적인 인상 채득법을 포함하는 기존의 석고 모형 제작 방식과 디지털 스캔을 이용한 가상 모형 제작 방식에 있어서 3차원적인 임플란트 위치의 정확도 차이를 비교 분석하는 것이다. 본 연구의 귀무가설은 새롭게 고안된 수직변위 방지 디자인과 인상채득 과정을 포함하는 임플란트 최종 모형의 제작 방식은 임플란트의

3차원적인 위치 재현에 영향을 미치지 않는다는 것이다.

II. 연구내용 및 방법

1. 기준모형 제작

기준이 되는 기준모형 제작을 위해 하악 덴티폼 모형에서 좌측 제 1, 2 소구치와 제 1, 2 대구치를 제거한 후 치근부위를 모형용 왁스로 채운 후, 기성 금속트레이와 고점도 및 저점도 치과용 실리콘 인상재(Aquasil ultra, Dentsply Sirona, Charlotte, USA)를 이용하여 인상채득하였다. 인상체 내에 모형 제작용 에폭시레진을 제조사의 지시에 따라 혼합하여 흘려넣고 12시간 후에 인상체에서 제거하여 좌측 제 1, 2 소구치와 대구치가 없는 부분 무치악 모형을 완성하였다. 모형의 제 1 소구치와 대구치 상실 부위에 기공용 버를 이용하여 직경 6mm, 깊이 10mm의 구멍을 형성하였고, 7도의 경사면 연결부를 갖는 직경 4.3mm, 길이 10mm의 내측 연결형 임플란트(FIT43100, Warantec, Seongnam, Republic of Korea)를 임플란트 치경부가 2mm 정도 노출되고, 임플란트 장축이 서로 평행하지 않도록 자가중합형 레진으로 고정하였다.

추후 좌표계 설정을 위해 좌측 제 1, 2 소구치 전정부에 기공용 버를 이용해 큰 홈을 형성한 후, 한 변의 길이가 10mm인 polyether ether ketone (PEEK)로 제작된 정육면체를 한 면이 교합면 방향을 향하며 4면이 노출되도록 자가중합형 레진을 이용해 고정하였다 (Figure 1).



Figure 1. Reference model. Three *implants* have been inserted on left molar area and PEEK cube was fixed on vestibular area for coordinate system.

2. 실험군 제작

기준모형에 대해 4가지 방법으로 인상채득을 진행하여 총 4개의 실험군으로 분류하였으며 각 실험군 당 10개의 표본을 제작하였다.

- CnS군 (Conventional impression, impression coping with No vertical Stop) : 수직변위 방지를 위한 stop이 없는 기존의 인상 코핑을 연결고정 없이 pick up impression method로 인상채득한 군.
- CS군 (Convectional impression, impression coping with vertical Stop) : 수직변위방지를 위한 stop이 고안된 새로운 디자인의 인상 코핑을 연결고정 없이 pick up impression method로 인상채득한 군.
- DnS군 (Digital scan, scanbody with No vertical Stop) : 수직변위 방지를 위한 stop이 없는 기존의 scanbody를 연결하고 구강 스캐너를 이용해 디지털 스캔한 군.
- DS군 (Digital scan, scanbody with vertical Stop) : 수직변위 방지를 위한 stop이 고안된 새로운 scanbody를 연결하고 구강 스캐너를 이용해 디지털 스캔한 군 (Figure 2).

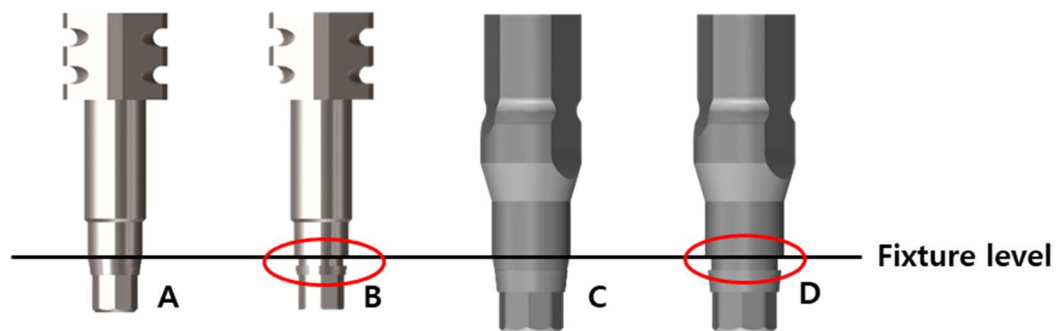


Figure 2. Impression copings and scanbodies used in the current study.

A, Impression coping without a vertical stop; B, New impression coping with a vertical stop at the implant-abutment junction area; C, Scanbody without a vertical stop; D, New scanbody with a vertical stop at the implant-abutment junction area.

기존의 방식으로 모형 제작을 진행하는 CnS군과 CS군의 전통적인 인상채득을 위해 기준모형을 복제하여 제작한 예비모형에서 광중합형 레진 (Eazipan LC, VERICOM, Anyang, Republic of Korea)을 이용해 맞춤형 트레이를 제작하였다. 기준모형에 인상코핑 (IC0IPP43S, Warantec, Seongnam, Republic of Korea)을 연결한 뒤 고점도 및 저점도의 실리콘인상재 (Aquasil Ultra, Dentsply Sirona, Charlotte, USA)를 이용해 open tray impression technique으로 인상채득하였다. 인상재가 경화된 후 인상코핑의 가이드핀을 풀어 기준모형에서 트레이를 제거하고 각 인상코핑에 임플란트 아나로그 (IC0AN43, Warantec, Seongnam, Republic of Korea)를 연결하였다. 인상체를 왁스 (재료)를 이용해 boxing한 후, 모형 제작용 초경석고 (MG Crystal Rock, Maruishi, Osaka, Japan)를 제조사 지시에 따라 혼합한 후 인상체 내에 흘려넣고 경화시켰다. 위의 과정을 반복하여 각 군당 10개의 석고모형을 제작하였다 (Figure 3).

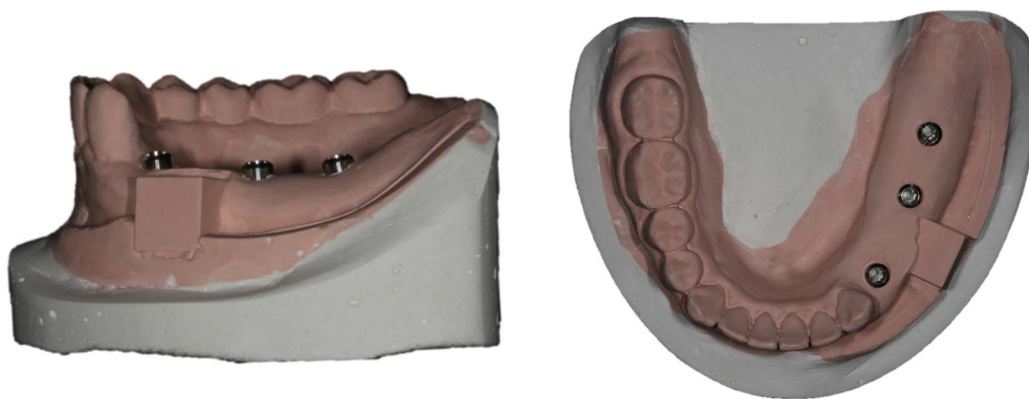


Figure 3. Stone model fabricated by conventional open tray impression technique.

디지털 스캔한 DnS군과 DS군에서는 기준모형에 각 군에 해당하는 스캔바디 (IOSCTE, Warantec, Seongnam, Republic of Korea)를 연결한 후 구강 스캐너 (Trios3, 3Shape, Copenhagen, Denmark)를 이용해 스캔하여 디지털 모형을 제작하였다. 이후 스캔바디를 기준모형에서 제거한 후, 새로운 스캔바디를 동일한 방법으로 다시 연결하고 구강 스캐너를 이용해 스캔하는 과정을 반복하여 각 군당 10개의 디지털모형을 제작하였다 (Figure 4). 실험에 이용된 모든 코핑, 스캔바디, 기공용 임플란트 복제품의 연결은 한 명의 술자에 의해 screw driver와 손가락 힘만을 이용하여 진행되었다.

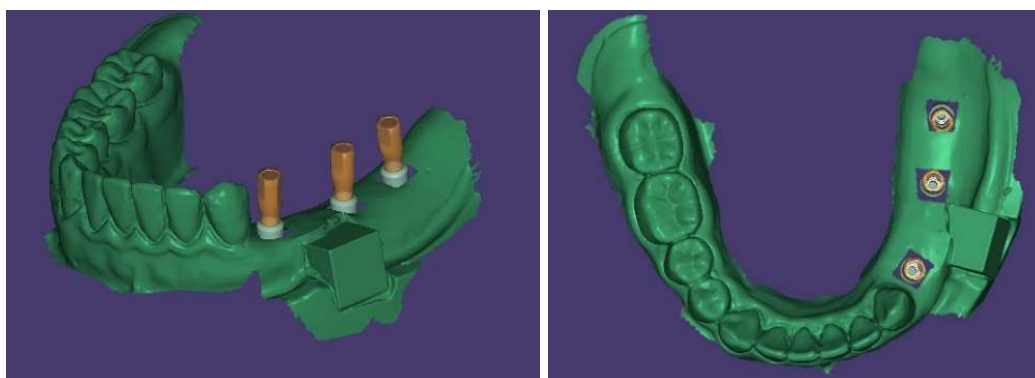


Figure 4. Digital models of DnS and DS group, fabricated by intraoral scanner and scanbodies.

3. 변위량의 측정

전산화 3차원 측정기(Computerized Coordinate Measuring Machine, CMM; Contura, Zeiss, Oberkochen, Germany)와 계산 소프트웨어 (Calypso, Zeiss, Oberkochen, Germany)를 이용하여 기준모형 내에서 각 임플란트 플랫폼 위치의 3차원 좌표를 계산하였다. 3차원 좌표축의 형성을 위해 기준모형에 위치한 PEEK 정육면체의 근심 교합면측 꼭지점을 원점(0,0,0)으로 설정한 후, 전후(anterior-posterior), 내외(medial-lateral), 수직 방향을 각각 X축, Y축, Z축으로 삼아 3차원 좌표계를 형성하였다. CMM을 이용해 이 좌표계 내에서 3개 임플란트 각각에 대한 플랫폼 수준에서의 원형중심 (centroid) 좌표를 계산하였다.

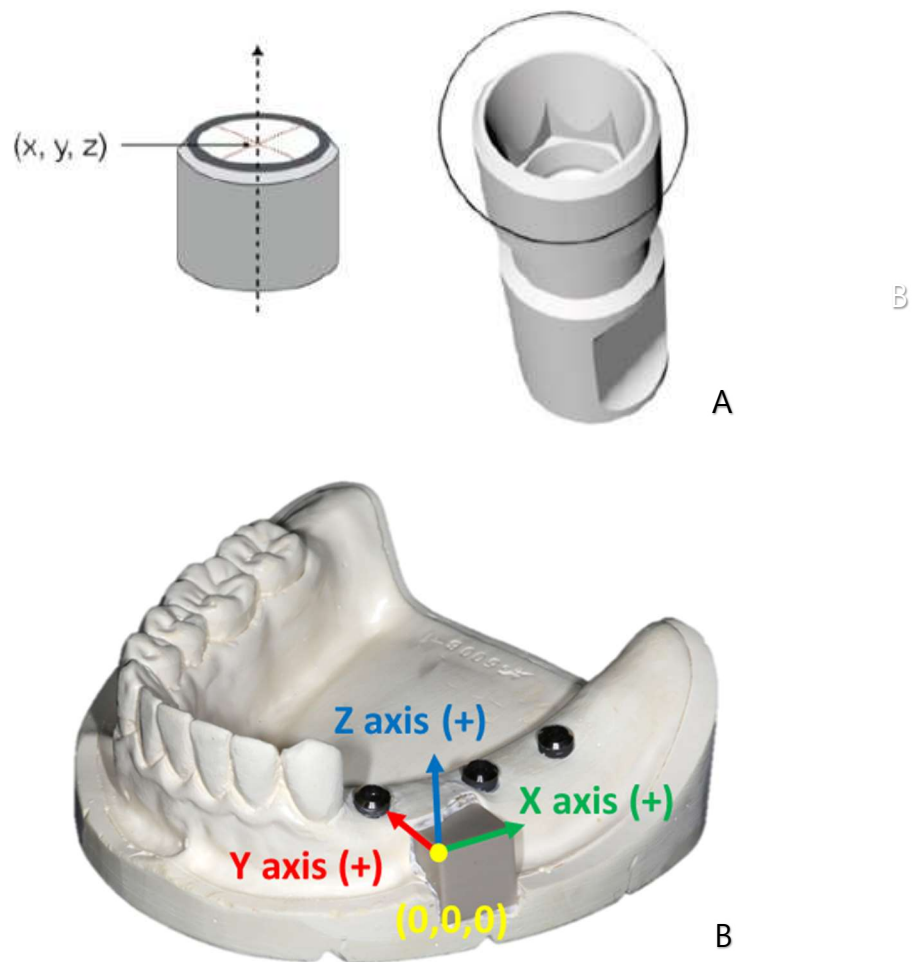


Figure 5. Schematic diagrams of centroids of implant platform and set up of the part coordinate system. A, centroids of implant platforms; B, origin and X, Y, Z axes in the coordinate system

실험군인 CnS군과 CS군 석고모형은 기준모형과 동일한 방법으로 CMM과 계산소프트웨어를 이용해 각 임플란트 플랫폼 원형중심의 3차원적 좌표를 계산하였다. 디지털모형의 경우 디지털 검수 소프트웨어 (Geomagic Control X, 3D Systems, Rock Hill, USA)를 이용해 기준모형과 동일한 방법으로 3차원 좌표계를 형성한 후, 각 임플란트 플랫폼 원형중심의 3차원 좌표를 계산하였다 (Figure 6).

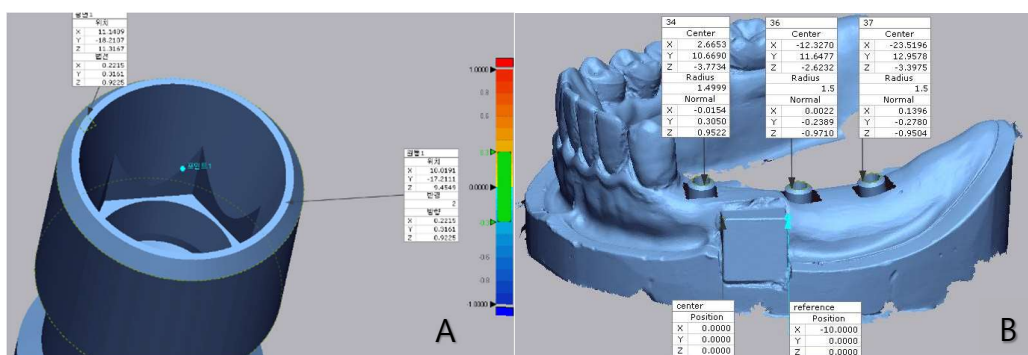


Figure 6. Schematic diagrams of centroids of digitally scanned implants.

A, Process of setting centroids of digitally scanned implants

B, Samples of actual centroid coordinates of scanned implants: I34 (-2.66, 10.67, 3.77), I36 (12.33, 11.64, 2.62), I37 (23.52, 12.96, 3.39).

각 임플란트에 대하여 기준모형의 원형중심 좌표 (x, y, z) 를 기준 삼아 실험군의 원형 중심 좌표 (x_i, y_i, z_i) 와의 x축, y축, z축 방향의 차이 $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ 를 측정했고, 3차원적 거리 (ΔL) 을 계산하였다.

$$\Delta x = x_i - x \quad \Delta y = y_i - y \quad \Delta z = z_i - z$$

$$L = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2}$$

4. 통계분석

각 군간 변위량의 비교를 위해 통계분석 소프트웨어 (SPSS ver. 22, IBM SPSS, Armonk, USA)를 사용해 분석하였다. 기준모형과 각 실험군의 임플란트 원형중심 x , y , z 좌표의 차이값 및 L 값을, I34, I36, I37 각 위치에 따라, 그리고 위치구분 없이 전통적인 방법과 디지털스캔 방법에 따른 차이 및 vertical stop 유무에 따른 차이를 분석하기 위해 윌콕슨 부호 순위 검정 (Wilcoxon signed-rank test)를 95% 신뢰구간으로 설정하여 시행하였다.

III. 결과

4가지 실험군에 대해 각각 10개씩 총 40개의 모형에 대한 120개의 임플란트 좌표를 얻었다. 기준모형과 각 실험군 별 임플란트 플랫폼의 원형중심 좌표에 대한 3차원적인 좌표 변화량 (Δx , Δy , Δz) 과 3차원적인 총 거리 (L)의 변화량 (ΔL) 평균을 구해 I34, I36, I37 각 위치에 따라, 그리고 전체적인 변화량을 비교 분석하였다. (Table 1~4)

Table 1. Three dimensional differences between four test groups and the reference model of I34.

		Conventional	Digital	p-value
		Mean (μm) $\pm$ SD	Mean (μm) $\pm$ SD	
Δx	NS	-4.2 $\pm$ 38.5	21.2 $\pm$ 12.2	0.114
	S	-7.5 $\pm$ 59.4	12.9 $\pm$ 14.1	0.508
	p-value	0.878	0.169	
Δy	NS	97.9 $\pm$ 40.1	4.2 $\pm$ 13.2	0.005
	S	65.2 $\pm$ 34.3	0 $\pm$ 18	0.007
	p-value	0.139	0.445	
Δz	NS	-91.7 $\pm$ 25.6	-39.4 $\pm$ 8.6	0.007
	S	-77.3 $\pm$ 24	-13.4 $\pm$ 11.4	0.005
	p-value	0.169	0.005	
L	NS	144 $\pm$ 28.9	48.1 $\pm$ 10.1	0.005
	S	122 $\pm$ 26	30.3 $\pm$ 9	0.005
	p-value	0.114	0.007	

Wilcoxon signed-rank test was used to test the statistical difference between the groups. NS; impression coping or scanbody with no vertical stop, S; impression coping or scanbody with vertical stop.

I34 위치에서 전통적 실험군과 디지털 스캔한 실험군을 비교해본 결과, Δy 의 경우 CnS군, CS군은 각각 $97.9\mu\text{m}$, $65.2\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $4.2\mu\text{m}$, $0\mu\text{m}$ 보다 유의미하게 큰 차이를 보였다($p<0.05$). Δz 역시 CnS군, CS군은 각각 $-91.7\mu\text{m}$, $-77.3\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $-39.4\mu\text{m}$, $-13.4\mu\text{m}$ 에 비해 차이가 컸다($p<0.05$). 이들을 종합한 L의 경우 역시 CnS군, CS군은 각각 $144\mu\text{m}$, $122\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $48.1\mu\text{m}$, $30.3\mu\text{m}$ 보다 차이가 크게 나타났다($p<0.05$).

Vertical stop 유무에 따른 정확도의 차이를 비교해본 결과, Δz 값에 대해서 디지털 스캔방식의 실험군 중 vertical stop이 없는 DnS군에서 $-39.4\mu\text{m}$ 로, vertical stop이 있는 DS군의 $-13.4\mu\text{m}$ 보다 치근단 측으로 위치하며 주모형과의 차이가 더 크게 나타났다($p<0.05$). 마찬가지로 L의 경우 역시 digital 실험군에서 vertical stop이 없는 DnS군에서 $48.1\mu\text{m}$ 로, vertical stop이 있는 DS군의 $30.3\mu\text{m}$ 보다 차이가 크게 나타났다($p<0.05$).

Table 2. Three dimensional differences between four test groups and the reference model of I36.

		Conventional	Digital	p-value
		Mean (μm) $\pm$ SD	Mean (μm) $\pm$ SD	
Δx	NS	22.6 $\pm$ 30.5	3.4 $\pm$ 11.9	0.074
	S	24.9 $\pm$ 44	-4.3 $\pm$ 7.7	0.074
	p-value	0.445	0.139	
Δy	NS	60 $\pm$ 15.2	11.3 $\pm$ 14.1	0.005
	S	60 $\pm$ 23.4	0.8 $\pm$ 9.9	0.005
	p-value	0.799	0.047	
Δz	NS	-101.6 $\pm$ 32	39.9 $\pm$ 13.3	0.005
	S	-81.8 $\pm$ 19	53 $\pm$ 10.7	0.005
	p-value	0.169	0.093	
L	NS	125.5 $\pm$ 29.3	45.5 $\pm$ 13.2	0.005
	S	114.3 $\pm$ 26.2	54.8 $\pm$ 10	0.005
	p-value	0.445	0.241	

Wilcoxon signed-rank test was used to test the statistical difference between the groups. NS; impression coping or scanbody with no vertical stop, S; impression coping or scanbody with vertical stop.

I36 위치에서 Δy 의 경우 CnS군, CS군 모두 $60\mu\text{m}$ 의 차이를 보였는데, DnS군, DS군의 $11.3\mu\text{m}$, $0.8\mu\text{m}$ 보다 유의하게 차이가 컸다($p<0.05$). Δz 역시 CnS군, CS군은 각각 $-101.6\mu\text{m}$, $-81.8\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $39.9\mu\text{m}$, $53\mu\text{m}$ 에 비해 차이가 컸다($p<0.05$). 이들을 종합한 L의 경우 역시 CnS군, CS군은 각각 $125.5\mu\text{m}$, $114.3\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $45.5\mu\text{m}$, $54.8\mu\text{m}$ 보다 차이가 크게 나타났다($p<0.05$).

Vertical stop 유무에 따른 정확도의 차이는 Δy 의 경우에서만 DnS군이 $11.3\mu\text{m}$ 로 DS군의 $0.8\mu\text{m}$ 보다 유의하게 큰 차이를 보였다($p<0.05$)

Table 3. Three dimensional differences between four test groups and the reference model of I37.

		Conventional	Digital	p-value
		Mean (μm) $\pm$ SD	Mean (μm) $\pm$ SD	
Δx	NS	97.2 $\pm$ 25.1	-9 $\pm$ 17.5	0.005
	S	101.2 $\pm$ 51.8	-13.4 $\pm$ 11.4	0.007
	p-value	0.386	0.037	
Δy	NS	55.1 $\pm$ 13.7	-11.4 $\pm$ 20.2	0.005
	S	46.1 $\pm$ 18.8	-32 $\pm$ 16.3	0.005
	p-value	0.241	0.037	
Δz	NS	-53.5 $\pm$ 34.1	15.2 $\pm$ 24	0.007
	S	-31.9 $\pm$ 21	38.3 $\pm$ 23.7	0.005
	p-value	0.093	0.114	
L	NS	129.2 $\pm$ 24.9	39.4 $\pm$ 13.2	0.005
	S	127.3 $\pm$ 25.7	57.9 $\pm$ 16.6	0.005
	p-value	0.721	0.037	

Wilcoxon signed-rank test was used to test the statistical difference between the groups. NS; impression coping or scanbody with no vertical stop, S; impression coping or scanbody with vertical stop.

I37 위치에서는 Δx 의 경우 CnS군, CS군은 각각 $97.2\mu\text{m}$, $101.2\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $-9\mu\text{m}$, $-13.4\mu\text{m}$ 보다 차이가 컸다($p<0.05$). 마찬가지로, Δy 의 경우 CnS군, CS군은 각각 $55.1\mu\text{m}$, $46.1\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $-11.4\mu\text{m}$, $-32\mu\text{m}$ 보다 큰 차이를 보였다($p<0.05$). Δz 에 대해서도 CnS군, CS군은 각각 $-53.5\mu\text{m}$, $-31.9\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $15.2\mu\text{m}$, $38.3\mu\text{m}$ 에 비해 차이가 컸다($p<0.05$). 이들을 종합한 L의 경우에도 CnS군, CS군은 각각 $129.2\mu\text{m}$, $127.3\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $39.4\mu\text{m}$, $57.9\mu\text{m}$ 보다 큰 차이를 보였다($p<0.05$).

Vertical stop 유무에 따른 정확도의 차이는 Δx 의 경우 DnS군은 $-9\mu\text{m}$ 로 DS군의 $-13.4\mu\text{m}$ 보다 작게 나타났다($p<0.05$). 마찬가지로, Δy 의 경우에도 DnS군은 $-11.4\mu\text{m}$ 로, DS군의 $-32\mu\text{m}$ 보다 차이가 작았으며($p<0.05$), L 값에 대해서도 DnS군이 $39.4\mu\text{m}$ 로 DS군의 $57.9\mu\text{m}$ 에 비해 차이가 작게 나타났다($p<0.05$).

Table 4. Overall three dimensional differences between four test groups and the reference model.

		Conventional	Digital	p-value
		Mean (μm) $\pm$ SD	Mean (μm) $\pm$ SD	
Δx	NS	38.5 $\pm$ 54.3	5.2 $\pm$ 19.1	<.001
	S	39.5 $\pm$ 70	-1.6 $\pm$ 16	<.001
	p-value	0.952	0.139	
Δy	NS	71 $\pm$ 32.8	13.8 $\pm$ 19	<.001
	S	57.1 $\pm$ 28	-10.4 $\pm$ 21.9	<.001
	p-value	0.206	0.112	
Δz	NS	-82.2 $\pm$ 37.7	5.2 $\pm$ 37.7	<.001
	S	-63.7 $\pm$ 31.6	26 $\pm$ 33.4	<.001
	p-value	0.015	<.001	
L	NS	133.1 $\pm$ 29.5	44.4 $\pm$ 13	<.001
	S	121.2 $\pm$ 26.9	47.7 $\pm$ 17.8	<.001
	p-value	0.136	0.544	

Wilcoxon signed-rank test was used to test the statistical difference between the groups. NS; impression coping or scanbody with no vertical stop, S; impression coping or scanbody with vertical stop.

위치 구분 없이 전체적으로 전통적 실험군과 디지털 스캔한 실험군을 비교해본 결과, Δx 의 경우 CnS군, CS군은 각각 $38.5\mu\text{m}$, $39.5\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $5.2\mu\text{m}$, $-1.6\mu\text{m}$, 보다 큰 차이를 보였다($p < 0.05$). 마찬가지로, Δy 의 경우 CnS군, CS군은 각각 $71\mu\text{m}$, $57.1\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $13.8\mu\text{m}$, $-10.4\mu\text{m}$ 보다 차이가 컸다($p < 0.05$). Δz 에 대해서도 CnS군, CS군은 각각 $-82.2\mu\text{m}$, $-63.7\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $5.2\mu\text{m}$, $26\mu\text{m}$ 에 비해 큰 차이를 보였다($p < 0.05$). 이들을 종합한 L의 경우 역시 CnS군, CS군은 각각 $133.1\mu\text{m}$, $121.2\mu\text{m}$ 로 DnS군, DS군의 $44.4\mu\text{m}$, $47.7\mu\text{m}$ 보다 차이가 크게 나타났다($p < 0.05$).

Vertical stop 유무에 따른 정확도의 차이를 비교해본 결과, Δx 의 경우 CnS군, DnS군은 각각 $38.5\mu\text{m}$, $5.2\mu\text{m}$ 로 CS군, DS군의 $39.5\mu\text{m}$, $-1.6\mu\text{m}$ 과 비교해 유의할만한 차이가 없었다($p > 0.05$). 마찬가지로, Δy 의 경우에도 CnS군, DnS군은 각각 $71\mu\text{m}$, $13.8\mu\text{m}$ 로, CS군, DS군의 $57.1\mu\text{m}$, $-10.4\mu\text{m}$ 와 차이가 없었으며($p > 0.05$), L 값에 대해서 역시 CnS군, DnS군은 각각 $133.1\mu\text{m}$, $44.4\mu\text{m}$ 로 CS군, DS군의 $121.2\mu\text{m}$, $47.7\mu\text{m}$ 와 유의할만한 차이가 없었다($p > 0.05$). 하지만, Δz 값에 대해서는 vertical stop이 없는 CnS군, DnS군은 각각 $-82.2\mu\text{m}$, $5.2\mu\text{m}$ 로, vertical stop이 있는 CS군, DS군의 $-63.7\mu\text{m}$, $26\mu\text{m}$ 보다 치근단측으로 위치했다($p < 0.05$).

IV. 고찰

본 연구에서는 부분무치악에서 고정된 기준점에 대한 임플란트의 원형중심의 좌표를 이용해 pick up impression method를 이용한 전통적 인상채득 방법과, 스캔바디를 이용한 디지털 스캔방법에 따른 정확도를 비교 분석하였다. I34, I36의 Δx 를 제외한 모든 경우에서 Δx , Δy , Δz , L 모두 vertical stop 유무에 상관없이 디지털 스캔이 보다 정확한 결과를 보이며 귀무가설은 부분적으로 기각되었다.

Settling effect는 금속과 금속이 접촉하는 모든 면에서 발생가능하다. 임플란트 보철물의 경우 임플란트 고정체와 지대주 나사 사이, 고정체와 지대주 사이, 지대주와 지대주 나사 상부 사이에서 settling effect가 일어난다.²⁸ 다양한 임플란트-지대주 연결에서 나사를 조임에 따라 발생한 settling을 비교한 연구에서 10N·cm의 힘으로 조일 경우 Hexagonal 2-piece 지대주에서 약 11.2 μ m, octagonal 2-piece 지대주에서 약 7.5 μ m의 settling을 보고한 바 있다.²⁹

본 연구에서는 기존 인상 코핑과 스캔바디에 vertical stop을 형성하여 치아장축방향인 z축의 좌표값의 차이를 비교 분석하였다. 디지털 스캔한 실험군의 Δz 값은 I34 위치에서 vertical stop이 있는 DS군에서 -13.4 μ m로 vertical stop이 없는 DnS군의 -39.4 μ m보다 양(+)의 방향으로 크게 나타나 유의하게 치관측으로 위치하는 양상을 보였다($p < 0.05$). 마찬가지로 다른 위치에서 디지털 스캔한 실험군과 전통적 인상채득한 실험군에서도 vertical stop이 있는 군에서 vertical stop이 없는 군에 비해 보다 치관측으로 위치하는 양상은 보였으나 통계적 유의성은 없었다($p > 0.05$). 위치 구분 없이 전체적으로 비교해보

있을 때 역시 vertical stop이 있는 CS군과 DS군에서 각각 $-63.7\mu\text{m}$, $26\mu\text{m}$ 로 vertical stop이 없는 CnS군과 DnS군의 $-82.2\mu\text{m}$, $5.2\mu\text{m}$ 보다 치관측으로 위치하는 양상을 보였다 ($p<0.05$).

Papaspyridakos 등은 2016년 무치악모형에서 인상 코핑을 이용한 전통적 방법에서 $17.65\mu\text{m}$, Trios 스캐너를 이용한 디지털 스캔에서는 $19.38\mu\text{m}$ 의 정확도를 보고한 바 있다.³⁰ Flügge 등이 발표한 systematic review에서는 전통적 방법과 디지털 스캔방법을 비교한 9가지 논문을 종합해 부분 무치악에 대해 전통적인 방법에서 $28.7\mu\text{m}$, 디지털 스캔 방법에서 $11.9\mu\text{m}$ 의 오차를 보고한 바 있다.²⁷

Jemt 등은 지대주와 보철물 간의 변연부 오차는 $30\sim 110\mu\text{m}$ 까지 생물학적, 기계적 합병증을 유발하지 않기에 용인할 수 있다고 밝힌 바 있다.⁸ 임플란트는 골 내부에서 $50\mu\text{m}$ 까지도 움직일 수 있다고 알려져 있기에³¹, Andriessen 등은 약 $50\mu\text{m}$ 까지의 오차는 임상적으로 용인할 수 있다고 밝혔다.³² 본 연구에서는 디지털 스캔은 $44.4\sim 47.7\mu\text{m}$ 로 기준을 통과했지만 전통적인 방법은 $121.2\sim 133.1\mu\text{m}$ 로 기준에 부합하지 못했으며 여러 요인들이 이러한 차이에 영향을 미쳤을 수 있다.

트레이 디자인, 인상 코핑, 인상재, 임플란트간 각도 등 여러가지 요소에 의해 전통적 인상의 정확도는 다양하게 나타날 수 있다. 또한, 기존 연구들에서는 주로 기준이 되는 기준모형에 대해 인상을 채득해 제작한 실험모형을 중첩시키는 방법이나 임플란트 상부보철물과의 변연부 오차로 정확도를 비교한 반면, 본 연구에서는 PEEK로 제작한 정육면체를 이용해 좌표계를 설정해 정확도를 비교했기에 보다 오차가 크게 나타났을 수 있으며, 실제로 PEEK 정육면체가 완전히 편평할 수는 없기에 꼭지점을 설정하는 단계에서 오차가 발생

했을 수 있다고 판단된다.

본 연구는 실험실에서 진행된 in vitro 연구이지만, 구강이라는 공간은 크기가 제한되고, 타액, 습기의 영향으로 구강 스캐너의 정확도를 낮춘다고 알려져 있기에 임상적으로 적용하는데 한계가 있다.³³ 또한, 본 연구에 이용된 임플란트의 임플란트-지대주 연결각도는 7도로, 많은 술자들이 선택하는 임플란트의 연결각도가 11도임을 고려할 때, 다른 임플란트에서는 또 다른 결과가 도출될 수 있다는 한계가 있다.

다양한 연구들이 전통적인 방법으로 평행하지 않은 임플란트를 인상채득한 경우 평행한 경우에 비해 보다 낮은 정확도를 보고한 반면, 구강 스캐너의 경우 유의한 차이가 없음을 보고한 바 있다²⁷. 또한, Kim 등은 nonsplinted technique보다 splinted technique에서 보다 높은 정확도를 보일수 있다고 보고하였으나³⁴, Paratelli 등은 아직까지 스캔코핑을 splinting하는 것이 유의하게 정확도를 향상할 수 없다 보고하였다.³⁵ 본 연구에서는 평행하지 않은 임플란트에 대해 splinting하지 않고 인상을 채득해 결과를 비교 분석하였기에 전통적 인상방법에서 오차가 크게 나타났을 수 있다고 판단된다.

본 연구는 pilot study로서, 표본의 수가 부족하여 위치에 따른 비교에서 유의미한 차이를 보이지 않았으며, 비모수적 통계분석을 택할 수 밖에 없었다. 그렇기에 본 연구의 결과로 디지털 스캔과 전통적 인상방법 중 어떤 것이 임상적으로 더 정확하다고 결론짓기는 어렵지만 vertical stop을 통해 settling effect에 대해 고려하였으며, PEEK로 제작한 정육면체를 기준삼아 좌표계를 형성하여 인상의 정확성 비교를 시도하였기에 방법론적으로 의미가 있다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 in vitro 실험의 한계 내에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경사면 연결부를 갖는 다수의 내측 연결형 임플란트는 디지털 스캔 방법이 전통적 인상 채득법 보다 임플란트의 위치 정확도 측면에서 유리하다.
2. 경사면 연결부를 갖는 다수의 내측 연결형 임플란트에서 수직 변위 방지 구조를 포함하는 인상 코핑 또는 스캔 바디를 사용하면 그렇지 않은 것을 사용했을 때보다 임플란트의 위치가 치관측으로 재현되었다.

참 고 문 헌

1. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012;23 Suppl 6:22-38.
2. Levin L, Laviv A, Schwartz-Arad D. Long-term success of implants replacing a single molar. *J Periodontol* 2006;77:1528-32.
3. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
4. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* 1999;81:537-52.
5. Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK. Analysis of incidence and associated factors with fractured implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:662-7.
6. Sahin S, Cehreli MC. The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. *Implant Dent* 2001;10:85-92.
7. Assuncao WG, Gomes EA, Rocha EP, Delben JA. Three-dimensional finite element analysis of vertical and angular misfit in implant-supported fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:788-96.
8. Jemt T. In vivo measurements of precision of fit involving implant-supported prostheses in the edentulous jaw. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:151-8.
9. Al Quran FA, Rashdan BA, Zomar AA, Weiner S. Passive fit and accuracy of three dental implant impression techniques. *Quintessence Int* 2012;43:119-25.
10. 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.
11. Assuncao WG, Filho HG, Zaniquelli O. Evaluation of transfer impressions for

- osseointegrated implants at various angulations. *Implant Dent* 2004;13:358-66.
12. Lee H, Ercoli C, Funkenbusch PD, Feng C. Effect of subgingival depth of implant placement on the dimensional accuracy of the implant impression: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2008;99:107-13.
13. Holst S, Blatz MB, Bergler M, Goellner M, Wichmann M. Influence of impression material and time on the 3-dimensional accuracy of implant impressions. *Quintessence Int* 2007;38:67-73.
14. Wee AG, Schneider RL, Aquilino SA, Huff TL, Lindquist TJ, Williamson DL. Evaluation of the accuracy of solid implant casts. *J Prosthodont* 1998;7:161-9.
15. Wee AG, Cheng AC, Eskridge RN. Accuracy of 3 conceptually different die systems used for implant casts. *J Prosthet Dent* 2002;87:23-9.
16. Jo SH, Kim KI, Seo JM, Song KY, Park JM, Ahn SG. Effect of impression coping and implant angulation on the accuracy of implant impressions: an in vitro study. *J Adv Prosthodont* 2010;2:128-33.
17. Lee H, So JS, Hochstedler JL, Ercoli C. The accuracy of implant impressions: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2008;100:285-91.
18. Kano SC, Binon PP, Curtis DA. A classification system to measure the implant-abutment microgap. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:879-85.
19. Yao KT, Kao HC, Cheng CK, Fang HW, Huang CH, Hsu ML. Mechanical performance of conical implant-abutment connections under different cyclic loading conditions. *J Mech Behav Biomed Mater* 2019;90:426-32.
20. Kofron MD, Carstens M, Fu C, Wen HB. In vitro assessment of connection strength and stability of internal implant-abutment connections. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2019;65:92-9.
21. Winkler S, Ring K, Ring JD, Boberick KG. Implant screw mechanics and the settling effect: overview. *J Oral Implantol* 2003;29:242-5.
22. Dailey B, Jordan L, Blind O, Tavernier B. Axial displacement of abutments into implants and implant replicas, with the tapered cone-screw internal connection, as a function of tightening torque. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:251-6.
23. Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions--an in-vitro study. *Int J Comput Dent* 2011;14:11-21.

24. Patzelt SB, Bishti S, Stampf S, Att W. Accuracy of computer-aided design/computer-aided manufacturing-generated dental casts based on intraoral scanner data. *J Am Dent Assoc* 2014;145:1133-40.
25. Guth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013;17:1201-8.
26. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:111-5.
27. Flugge T, van der Meer WJ, Gonzalez BG, Vach K, Wismeijer D, Wang P. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018;29 Suppl 16:374-92.
28. Cantwell A, Hobkirk JA. Preload loss in gold prosthesis-retaining screws as a function of time. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:124-32.
29. Kim KS, Lim YJ, Kim MJ, Kwon HB, Yang JH, Lee JB, et al. Variation in the total lengths of abutment/implant assemblies generated with a function of applied tightening torque in external and internal implant-abutment connection. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:834-9.
30. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:465-72.
31. 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.
32. Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2014;111:186-94.
33. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent* 2016;115:313-20.
34. Kim JH, Kim KR, Kim S. Critical appraisal of implant impression accuracies: A

- systematic review. J Prosthet Dent 2015;114:185-92 e1.
35. Paratelli A, Vania S, Gomez-Polo C, Ortega R, Revilla-Leon M, Gomez-Polo M. Techniques to improve the accuracy of complete arch implant intraoral digital scans: A systematic review. J Prosthet Dent 2023;129:844-54.

ABSTRACT

Accuracy of implant impression by using impression copings and scanbodies with a vertical stop

Seunghoe Jeong, D.D.S.

Department of Dentistry

The Graduate School of Yonsei University

(Directed by Prof. Sun Jai Kim, D.D.S., M.S.D., Ph. D.)

The long-term success of implant therapy is known to be influenced by the suitability of the prosthesis, and the fabrication of a working model that accurately reproduces the position of implants in the oral cavity through precise impression-taking is essential. For external connection implants, the accuracy, depending on the impression-taking method, shows consistent results across studies. However, for morse-taper internal connection implants, various studies have shown inconsistent results based on the impression-taking method. While there may be several reasons for these outcomes, it is known that the settling effect occurring between the inclined surface between implant and abutment can also affect the vertical displacement of components, leading to inconsistent results.

The digital scanning method using an intraoral scanner has several advantages

compared to the traditional impression technique using trays and silicone impression materials, leading to its increasing use in clinical treatments. Particularly in implant impression-taking, the convenience is significantly enhanced when using intraoral scanner and scan body, compared to conventional natural tooth impression methods. However, in the case of internal connection implants, there is a drawback related to the potential vertical displacement at the inclined surface between the implant and the scan body. The purpose of this study is to evaluate the three-dimensional accuracy of implant impressions obtained using newly designed impression coping and scan bodies that prevent vertical displacement.

A reference model was created by inserting implants with a diameter of 4.3mm and a length of 10mm in the region of the first premolar and first, second molars with cuboid fixed on the vestibule region of premolars for coordinate system. Test groups were categorized into four methods based on the presence or absence of a vertical stop to prevent vertical displacement of impression copings and scan bodies, and on using traditional methods with impression copings or digital methods with intraoral scanners. 10 models were fabricated for each group by duplicating the reference model. Each model was three-dimensionally compared with the reference model by coordinates of implant platforms centroids and the following conclusions were obtained.

1. Traditional impression methods have advantage in terms of implant position accuracy compared to digital impression methods in multiple internal connection implants.
2. In multiple internal connection implants, impressions were acquired more coronally when using implant copings and scanbodies with the vertical stop, compared to cases where such a structure was not present.

Key words: Implant impression, accuracy, vertical displacement, intraoral scan, scanbody