



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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](#)

치의학석사 학위논문

구강내 디지털 인상법과
기존의 인상법과의 정밀도 비교

2014 년 2 월

서울대학교 치의학대학원
치 의 학 과
박 태 현

구강내 디지털 인상법과 기존의 인상법과의 정밀도 비교

지도 교수 한 중 석

이 논문을 치의학석사 학위논문으로 제출함
2013 년 10 월

서울대학교 치의학대학원
치학과
박 태 현

박태현의 치의학석사 학위논문을 인준함
2013 년 11 월

위 원 장	<u>이 재 봉</u>	(인)
부위원장	<u>한 중 석</u>	(인)
위 원	<u>김 성 훈</u>	(인)

초 록

1. 서 론

이 실험의 목적은 구강 내 디지털 스캐너를 이용하여 채득한 인상법과 기존의 인상법의 정확도를 비교하는 것이다. 전통적인 제작은 구강 내 인상법을 이용하여 치과용 석고모델을 만든 후 그것을 기반으로 하여 보철물 제작을 하는 것이었다. 최근에는 3차원 스캐너를 이용한 모형의 영상 획득하고 이를 기반으로 디자인하고 가공하는 CAD/CAM 기술이 보철물 제작에 적용되고 있다. 특히 구강 내 스캐너 기존의 전통적인 인상법에서 나타나는 여러 단점을 극복할 수 있는 방법으로 주목 받고 있다. 현재 시판되고 있는 구강 스캐너는 작동 원리에 따라 여러 가지가 있으며 구강 내 스캐너의 정확도에 대한 많은 연구가 시행되고 있다.

2. 방 법

실험에서 사용한 구강 내 디지털 스캐너는 3Shape TRIOS 이다. 금속 재질과 레진 재질의 #11, 15, 16 치아를 지대치 형성한 후, 디지털 스캐너를 이용하여 디지털 정보를 채득하였다. 대조군으로는 지대치 형성된 치아를 실리콘 재료를 이용하여 인상을 채득해서 Type IV 경석고로 모형을 제작하였다. 원본 모델과 경석고 모형을 각각 비접촉식 스캐너(3Shape Q-740)를 이용하여 인상정보를 디지털화 하였다. 원본모델의 디지털 데이터를 디지털 스캐너를

이용해 채득한 인상 정보와 실리콘으로 채득한 인상 정보를 중첩하여 비교하였다. 첫 번째로 디지털 인상법과 기존의 인상법의 정밀도를 비교하고 두 번째로 원본 모델의 재료에 따라 비교하였으며 마지막으로 치아 형태에 따라 비교하였다.

3. 결과 및 결론

기존의 인상법과 디지털 인상법에는 유의한 차이가 있었으며 기존 인상법이 디지털 스캐너를 사용한 경우보다 정확했다. 금속치아와 레진치아는 유의한 차이가 없었다. 치아 형태에 따라서도 유의한 차이가 없었다. 결론적으로 기존의 실리콘 재료를 이용한 인상방식은 디지털 인상방식보다 더 정확한 결과를 나타내었다. 그렇지만 디지털 인상방식의 차이도 임상적으로 허용할 만한 수준이었다. 치아 재질에 따른 차이는 없었는데 이것을 통해 재료의 난반사나 표면의 거칠기는 디지털 인상에 큰 영향을 주지 않는다고 생각할 수 있다. 디지털 인상 방식에서는 치아의 형태에 따른 큰 차이가 없었다. 주변 구조물을 고려하지 않고 실험을 시행했기 때문으로 생각되며 해부학적 상황을 고려한 시험을 추가적으로 할 필요할 것이다.

주요어 : 디지털 인상법, 인상법의 정밀도, 구강내 디지털 스캐너

학 번 : 2010-22465

목 차

제 1 장 서 론	6
제 2 장 본 론	10
제 3 장 결 론	13
제 2 절 실험 결과	13
제 2 절 결론 및 개선사항	15
참고문헌	20
Abstract	29

표 목차

[표 1]	22
[표 2]	22
[표 1]	23

그림 목차

[그림 1]	24
[그림 2]	24
[그림 3]	25
[그림 4]	25
[그림 5]	26
[그림 6]	26
[그림 7]	26
[그림 8]	27
[그림 9]	27
[그림 10]	27
[그림 11]	28

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

1971년 CAD/CAM기술이 치과영역에 도입된 후 그 활용방안에 대해서 많은 연구가 진행되었다. 처음에는 단일치수복물에 한정되었지만[1] 적용범위는 점차 확대 되어 현재에는 브리지, 임플란트 지대주 등까지 사용하기에 이르렀다. CAD/CAM을 치과영역에 적용하기 위해서는 세가지 설비가 마련되어야 한다. 첫 번째는 인상정보를 디지털화 할 수 있는 장비이고 두 번째는 인상 데이터를 보철물에 적용할 수 있는 소프트웨어이며 세 번째는 원하는 형태로 제작 할 수 있는 기술 장비이다[2]. 이러한 설비를 이용한 통합적 보철물 제작과정에서 디지털 흐름(digital workflow)의 개념이 본격적으로 도입된 지는 20년 정도 되었지만[3, 4] 아직까지도 대부분은 기공실에서 이루어져 왔다. 특히 인상과정은 전통적인 방법에서 크게 벗어나지 못했는데, 알지네이트, 고무 등의 재료를 이용하여 구강 내 인상을 채득한 후 기공실에서 다이작업을 한 후 석고모델을 스캔장비를 이용하여 디지털화 하는 방법을 주로 사용하고 있다. 이 과정에서 사용되는 인상재는 안전하고 매우 정확한 것으로 알려져 있지만[5, 6] 인상재의 경우 화학반응이 일어나면서 형태나 크기의 변화가 발생할 수 있으며[7], 석고모델도 경화 과정에서 팽창이 나타나게 된다[8]. 또한 여러 기공 과정에서 오차가 누적되어 최종 보철물의 적합성에 문제를 야기하게 된다. 1977년 구강 내 표면 정보를 디지털화 할 수 있는 방법이 최초로 소개 된 이후 디지털 스캐너는 많은 발전을 해 왔다[9]. 현재의 디지털 스캐너는 이러한 과정상의 문제점은 대부분 해결하였지만[10], 기존의 인상법에 비해 정밀도 떨어진다는 인식과 비싼 장비 가격, 사용을 위한 구축에 번거로움

등의 이유로 많은 임상가들이 사용하지는 않는 실정이다.

CAD/CAM장비를 이용하여 좋은 보철물을 제작하기 위해서는 보다 정밀한 인상방법이 필요하다[2]. 최근에 개발된 디지털 스캐너의 정밀도는 기존의 인상법에 뒤지지 않는 것으로 나타났다. Cadent사의 iTero 구강내 스캐너를 이용하여 컴퓨터상으로 가상의 모델(virtual cast)을 제작했을 때 기존의 석고 모델과 비교했을 때 우수한 재현성을 나타내었다. 3M사의 구강내 스캐너인 Lava C.O.S를 이용하여 전부도재관 수복물을 제작했을 때 교합면이나 변연적합성이 임상적으로 허용할 수준 내의 오차를 보여줬을 뿐만 아니라 실리콘 인상법으로 제작한 보철물에 비해서 변연적합성과 인접면 접촉이 우수한 것으로 나타났다[11, 12]. 기술적인 측면 뿐만 아니라 실제 임상에서 사용했을 때 환자들도 디지털 인상법을 기존의 인상법 보다 더 선호하는 것으로 알려져 있다. 구강내 스캐너를 이용하여 임플란트 보철물 인상 채득과정과 교합인기과정에서 실시했을 때 기존의 기존의 인상재를 이용한 인상과정보다 환자들이 디지털 인상법을 더 선호하는 것으로 나타났다[13]. 인상과정의 효율도 기존의 인상법에 비해 뒤지지 않는 것으로 나타났다. 임상경험이 부족한 학생들을 대상으로 임플란트 보철물 제작을 위한 인상채득시 소요되는 시간은 전통적인 러버인상재를 사용하는 것 보다 디지털 인상법이 훨씬 짧았으며, 그 과정에서 환자의 만족도도 디지털 인상법이 더 높았다[14].

현재 사용되고 있는 디지털 구강 스캐너는 크게 접촉식과 비접촉식으로 구분할 수 있다, 접촉식 스캐너는 정확도가 높지만 시간이 오래 걸리고 압력을 가할 수 있기 때문에 구강 내 스캐너로는 부적합하다. 비접촉식 스캐너는 여러 가지 원리를 사용하고 있는데 대표적으로 세가지 방법이 많이 사용되고 있다. 가장 많이 사용하는 것은 삼각측정법(triangulation)을 이용하는 것으로 레이저 빔을 표면에 조사하여 CCD나 위치 민감성 측정기에서

반사된 빛을 감지해서 표면의 위치를 계산하는 방법이다. 간섭측정법(interferometric techniques)는 백색광을 조사하여 위상 차를 이용해 표면과의 거리를 계산하는 방법이다. 구성 광측정법(structured light method)는 흑색광과 백색광으로 구성된 격자 이미지를 표면에 조사하여 격자의 변형 정도를 측정하여 상분석법으로 이미지를 형성한다[15].

현재 시장에 시판되고 있는 대표적인 스캐너로는 CEREC(Sirona), iTero(Cadent), Lava COS(3M)이 있다. CEREC은 사용 전에 별다른 처치가 필요 없으며 iTero와 Lava COS는 난반사를 줄이고, 표면 인식률을 높이기 위해 정해진 파우더를 물체 표면에 뿌려야 한다. CEREC의 경우 직선의 빛(stripe ray)를 물체에 조사한 후 반사된 빛을 다시 인식하는 것이다. 조사점과 인식점 사이의 각도를 알기 때문에 물체까지의 거리를 측정할 수 있다. iTero의 경우 공초점 레이저 주사법(confocal laser scanning)을 사용한다. 레이저를 물체에 조사하여 반사된 빛이 초점 필터를 통과하면 렌즈의 초점에 맞는 것만 센서에 도달하게 된다. 렌즈의 초점거리를 알면 물체와의 거리를 구할 수 있으며 그러기 위해서는 렌즈가 아래위로 움직여야 한다. Lava COS의 경우 능동 파면 표본추출법(active wavefront sampling)을 사용한다. 물체에 반사된 이미지는 센서의 렌즈에 도달하게 된다. 이미지가 초점이 맞으면(in focus), 렌즈의 초점거리가 물체와의 거리와 일치하는 것이다. 초점이 맞지 않을 때(out focus)에는 흐릿한 이미지(blurred image)의 크기를 이용하여 거리를 계산한다[16].

디지털 스캐너의 정밀도에 대한 개발은 현재에도 많이 이뤄지고 있다. 3Shape TRIOS(3Shape, 3Shpaee, Seoul, South Korea) 스캐너는 데이터 처리시 초고속 광학 분할방식(Ultrafast optical sectioning)를 사용한다. 이 방법은 주사 정보를 확률적으로 노이즈가 아니라는 것을 가장 가깝게 계산하여 정확한 이차원

이미지에서 고화질의 삼차원 이미지를 생성해 낼 수 있다[17].

이 논문에서는 최근에 시장에 출시된 구강 내 디지털 스캐너인 3Shape TRIOS를 이용하여 정해진 모델의 인상을 채득한 후, 그 재현성이 기존의 러버 인상재를 사용한 인상법과 비교했을 때 어느 정도 차이가 나는지를 알아보도록 하겠다.

제 2 장 본 론

실험에서 사용한 재료는 금속과 레진 재료의 각각 상악 중절치, 소구치, 대구치로 지대치 형성하였다[그림-1,2].

실험군으로는 금속과 레진 치아를 3 Shape Trios 구강 스캐너로 인상 채득하였다. 인상채득은 치아의 해부학적 구조만을 고려하기 위해 덴티폼에서 치아를 제거하여 치아만을 사용하였다. 대조군으로는 금속과 레진 치아를 실리콘 인상재를 이용하여 인상을 채득(Exafine Putty, GC and Imprint 2 Grant Quick Step Regular Body, 3M ESPE, Seoul, South Korea)한 후 Type IV 석고(ResinRock, Whip Mix, Seoul, South Korea)로 다이를 제작하였다[그림-3]. 석고 다이는 모델 스캐너(Q740 scanner, 3Shape, Seoul, South Korea)를 사용하여 인상정보를 디지털화 하였다. 실험군과 대조군 비교를 위하여 지대치 형성한 금속치아와 레진 치아를 모델스캐너(Q740 scanner, 3Shape, Seoul, South Korea)로 모형정보를 디지털화 하였다. 모델 스캐너의 재현도는 최대 $16\mu\text{m}$ 이며 금속 재질의 경우 제조사의 파우더를 뿌린 상태에서 인상을 채득해야 한다. 채득한 인상데이터는 모형정보에 중첩하여 그 차이를 확인하였다[그림-3]. 실험의 대략적인 방법은 [그림-4]에 나타내었다.

실험군과 대조군을 비교하기 위하여 두 데이터에서 일치하는 부분이 많은 위치를 기준으로 하여 중첩하였다. 중첩한 데이터에서 치아당 8개의 점을 정하여 그 차이를 확인하였다. 8개의 점은 절단면 혹은 교합면 부분의 4개, 치경의 변연부위의 4개를

선택하였다. 선택 시 오차가 생길 수 있는 중간 1/3 부분은 제외하였다. 기존모형과의 차이를 측정할 값을 바탕으로 디지털 인상법과 기존의 인상법의 정밀도를 비교하였다. 그리고 디지털 인상시 치아 재질에 따른 차이를 비교하고, 치아 형태에 따른 차이를 비교하였다.

또한 중첩 방법에 따른 차이를 확인하기 위하여 임의의 세 점을 지대치 모형에 설정하여 그 점을 중심으로 중첩하는 방법으로 추가적인 실험을 시행하였다. 이 방법에서는 상악 중절치 레진 치아를 지대치 형성하여 1/4 round bur를 이용하여 절단면의 중앙부위, 순면의 치경부 1/3 근심부위, 구개면의 절단면 1/3 원심부위에 세 점을 표시한 하였다. 표시한 레진치아는 모델스캐너(Q740 scanner, 3Shape, Seoul, South Korea)를 이용하여 형태의 정보를 디지털화 하였고 3 Shape Trios 구강스캐너로 디지털 인상과 실리콘 인상재(Exafine Putty, GC and Imprint 2 Grant Quick Step Regular Body, 3M ESPE, Seoul, South Korea)를 사용하여 인상을 채득했다. 실리콘으로 인상채득후 Type IV 석고(ResinRock, Whip Mix, Seoul, South Korea)로 다이를 제작하였다. 제작한 다이를 모델스캐너(Q740 scanner, 3Shape, Seoul, South Korea)를 이용하여 인상정보를 디지털화한 후 각각의 디지털 정보를 원래 레진치아의 디지털 정보와 임의로 설정한 중첩점을 최대한 중첩시켜 비교하였다. 별도의 수치적인 계산없이 정성적 확인만 시행하였다.

실험 자료는 SPSS 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다. 디지털 인상법과 기존의 인상법의 비교와 금속 재질과 레진 재질의 차이를 알아보기 위해서 독립표본 t 검정을 시행하였다. 치아 별로

알아보기 위해 일원 분산 분석을 시행하였다. 사후 검정으로 Scheffe 방법을 적용하였다.

제 3 장 결 론

제 1 절 실험결과

금속치아와 레진 치아의 디지털 인상 정보와 기존의 인상법을 디지털화 한 것을 원래 모델과 중첩시킨 그림은 [그림-5~10]에 나타내었다. 디지털 인상법은 실리콘 인상재를 이용한 인상법의 정밀도는 [표-1]에 나타냈으며 독립표본 t 검정결과 유의할만한 차이가 있었다($p < 0.05$). 기존의 인상법이 디지털 인상법보다 정밀하게 모형을 재현하였는데, 실리콘 인상재를 이용한 경우에는 금속 치아의 경우 평균 $-3.1 \pm 16.1 \mu\text{m}$ 이며 레진 치아의 경우에는 평균 $-7.84 \pm 22.5 \mu\text{m}$ 였다. 디지털 인상법은 금속 치아는 평균 $20.1 \pm 28.6 \mu\text{m}$ 이며 레진 치아의 평균 $28.9 \pm 32.1 \mu\text{m}$ 이다. 치아 별로는 금속과 레진 재질의 소구치와 레진 재질의 대구치가 유의할 만한 차이가 있었다($p < 0.05$).

다이 재질에 따른 정밀도의 차이결과는 [표-2]와 같으며 독립표본 t 검정결과 금속 재질과 레진 재질간에 유의할만한 차이가 없었다($p > 0.05$). 금속 재질의 경우 평균 $20.1 \pm 28.6 \mu\text{m}$ 이고 레진 재질의 경우 평균 $29.4 \pm 31.5 \mu\text{m}$ 였다.

치아 형태별 차이를 일원 분산 분석법을 이용하여 분석해봤을 때 집단간에 유의할만한 차이가 없었다($p > 0.05$). 사후 검정으로 Scheffe 분석을 시행하였으며 결과는 [표-3]와 같다. 치아 별로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

임의의 세점을 지대치 모형에 설정하여 중첩시킨 모형은

그림[5-11]과 같다. 디지털 인상법과 실리콘 인상재를 이용한 모델의 크기 모두 레진치아에 비해 약간 작게 나타났으며, 전반적인 중첩 정도는 첫번째 방법과 큰 차이가 나지 않았다.

제 2 절 결론 및 개선사항

디지털 인상법의 유용법을 실험하는 연구는 많이 시행되어왔다. 임상적으로 술식에 걸리는 시간이나 환자의 편의성을 기존의 인상법과 비교하는 실험에서는 디지털 인상법이 기존 인상법에 비해 빠른 시간에 진행 할 수 있었고 임상가나 환자 모두가 디지털 인상법을 선호하는 것으로 나타났다[13, 14]. 정밀도에 대한 실험방법에는 여러 가지 방법이 있었으며 다양한 장비에 대한 실험결과 정밀도가 임상적인 허용범위 안이었다. 보철물의 마진과 주변치아와의 접촉, 교합을 평가하는 실험에서는 기존의 실리콘 재료를 이용한 인상법보다 마진의 틈이 더 적었으며, 주변치아와의 접촉도 더 우수했다. 교합적인 측면에서는 큰 차이가 없었다[12, 18]. Sirona 사의 iTero 시스템을 이용한 실험에서는 기존의 인상법이 정밀도면에서 더 우수했지만 디지털 인상법의 오차도 임상적인 허용수준이었다[19]. 지대주를 이용한 실험도 많았는데 주로 여러 개의 임플란트를 식립하여 그 정밀도를 비교하는 실험이 많았다. 시장에 공급되고 있는 여러 가지 스캐너 중에서 가장 정밀한 스캐너는 3M ESPE에서 제조하는 Lava COS 였으며 스캐너의 정밀도는 정밀도는 파우더 사용과 같은 사용 방법보다는 스캐너의 작동원리에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다[16]. 임상에서 임플란트 시술시 디지털 인상법을 사용한 결과 기능과 심미적인 측면에서 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다[20].

이번 실험에서는 현재 시장에 나온 구강 내 디지털 스캐너 중에 가장 최근에 출시된 제품 중에 하나인 3Shape사의 Trios 스캐너를

이용하여 기존의 인상법과 정밀도 비교를 하였다. 가능한 해부학적 요소를 배제한 체 스캐너의 정밀도만을 비교하기 위해 3가지 형태의 모형치아를 제작하여 치아만을 스캐너로 인상 채득하여 기존의 실리콘 인상재를 이용한 인상법과 정밀도 차이를 비교하였다. 또한 광학 스캐너의 인식상 문제가 될 수 있는 난반사나 재료의 표면 상태의 영향을 확인해 보기 위해 치아의 재질은 금속재질과 레진 재질 두 가지로 사용하였다.

디지털 인상법과 기존의 인상법의 정밀도는 다소 차이가 있었다. 실험에서 나타난 디지털 스캐너와 원래 모델과의 차이는 최대 $60\mu\text{m}$ 정도 나타났다. 치주인대의 움직임은 고려한 치아의 생리적인 움직임 범위가 $90\mu\text{m}$ 정도라고 할 때[21], 임상적으로 허용할 만한 보철물과 지대치의 간극차이는 $100\mu\text{m}$ 정도이다[22, 23]. CAM을 이용한 보철물 가공시의 오차[23]를 고려했을 때 디지털 스캐너의 정밀도는 임상적으로 허용할 만한 수준이었다. 보철물의 마진이 여러 가지 상황에 따라 영향을 받을 수 있고[24], 스캐너 조작이나 측정 시 오차를 고려했을 때 아직까지 디지털 스캐너는 기존 인상재 보다는 정확도가 떨어지는 것으로 보인다.

재질에 다른 비교 시 레진 치아의 경우가 원래 모형과 차이가 적은 것으로 나타났지만 통계적으로는 유의한 차이가 없었다. 레이저를 이용하는 스캐너의 경우 여러 가지 요인에 따라 영향을 받을 수 있는데 실험에 사용한 재료에서는 금속의 경우에는 난반사가 스캐너의 정밀도를 떨어뜨리는데 영향을 미칠 것으로 생각했고 레진의 경우 지대치 형성 과정 시 생길 수 밖에 없는 거친 표면형태가 스캐너의 인식 정도를 떨어뜨릴 것으로 생각했다[25]. 실험결과에 따르면 실험에 사용한 스캐너 장비는

표면의 상태가 큰 영향을 미치지 않는다고 생각해 볼 수 있다.

치아의 형태는 디지털 인상법의 정밀도에 큰 영향을 미치지 않았다. 디지털 스캐너의 작동 원리상 표면의 변곡도가 크게 바뀌는 점에서는 정밀도가 떨어질 수 있다[17]. 형태가 비교적 뾰족한 형태인 중절치의 절단면에 영향을 미칠 것으로 예상하였다. 그리고 구조가 다른 치아에 비해 복잡한 대구치가 정밀도에 영향을 받을 것으로 예상하였다. 그렇지만 실제 실험 결과에서는 큰 차이가 없었으며 치아형태 자체는 스캐너의 정밀도에 큰 영향을 미치지 않는다고 생각할 수 있다.

실험 결과에서는 많은 석고 모델의 크기가 원래의 모델보다 작게 나타났으며 디지털 인상법을 이용한 경우에도 원래 모델에 비해 작게 나타났다. 석고의 경우 여분의 수분이 증발하면서 기포를 형성하여 팽창하는 성질이 있기 때문에[26, 27] 원래의 모델보다 클 것으로 예상하였다. 그렇지만 실험결과는 다르게 나타났다. 다른 실험에서도 석고가 수축한 경우가 있으며 [28, 29] 이것은 모형이나 석고의 디지털화 과정에서 나타난 오차가 영향을 미친 것으로 생각된다. 디지털인상 정보가 원래 형태보다 어느 정도 작게 나온다는 것을 보철물 디자인 시 고려해야 할 것이다.

두가지 데이터를 중첩하는 방법에 따라 차이가 있는지 여부를 확인하기 위하여 임의의 세점을 설정하여 중첩을 시행했다. 세점을 설정할때에는 임의의 세점이 가장 멀리 떨어져 있도록 정하였으며, 치아의 형태가 가장 단순한 상악 중절치를 사용하였다. 실험결과 두가지 방법에 차이는 크지 않았다. 디지털 인상법을 이용한 데이터와 기존의 인상법을 이용한 석고모델 모두 원래의 레진치아 보다는 약간 작게 나타났다. 설정한

이 실험에서 가장 큰 문제점은 모형정보를 디지털화 하는 과정에서 오차가 발생할 수 있다는 것이다. 실제로 디지털 스캐너에서는 없는 과정인 모델스캐너를 이용하는 과정이 기존모형과 석고모델에는 포함되어 있기 때문에 그러한 영향에서 오차가 누적될 수 있다. 또한 모델스캐너의 경우 표면에 파우더를 뿌려서 데이터를 획득했기 때문에 표면의 상태를 비교하는데 어느 정도 영향을 미칠 것으로 생각된다. CAD 프로그램에서 파우더의 두께를 고려했지만 완전히 그 영향을 배제 할 수는 없다. 해결책으로 두 가지 방법을 생각해 보았다. 첫 번째는 디지털 인상법으로 채득한 정보를 이용하여 모델을 만들어 그 모델을 디지털화 하여 비교하는 방법이 있다. 그렇지만 모델을 만드는 과정에서 오차가 발생할 수 있다. 실제로 실험 설계 과정에서 모델을 제작하였지만 생성된 모델이 너무 부정확 하였다. 두 번째 방법으로는 모델을 디지털화 할 때 접촉식 스캐너를 이용하는 방법이다. 접촉식 스캐너는 정밀도는 매우 우수하지만 경우 구강 내에는 작동 시간, 압력 정도 등의 요인으로 인해 적합하지 않지만 모델 스캐너로는 사용 할 수 있으므로 오차의 정도를 크게 줄일 수 있을 것으로 생각한다.

인상체와 원래의 모형을 비교하는 방법에 대해서도 좀더 생각해 봐야할 것 같다. 실험에서는 두가지 방법을 이용하여 비교하였으며 그 차이는 크지 않았다. 그렇지만 좀더 정확한 비교를 위해서는 정확한 기준점을 정하여 비교하는 것이 필요하다. 임의의 세점을 설정하여 기준점으로 정하여 비교를 시행하였지만 점 자체가 크기를 가지고 있기 때문에 석고의 경화과정에서 변화가 생길 수 있으며 그 결과 실제로 데이터 중첩 시 완전히 중첩하는 지점을

찾기가 어려웠다.

실험에서는 구강 내 상황이나 해부학적 구조를 무시하고 진행하였지만 임상에서 사용시에는 구강 내 협소한 공간, 타액 등으로 인한 치아면의 난반사 증가, 혀 등의 해부학적 구조물로 인한 작업 방해 등의 여러 가지 요인이 인상과정에 영향을 줄 수 있었다. 실제로 구강 내에서 스캐너를 사용해 봤을 때 구강 내 건조과정을 반드시 거쳐야 했으며 입이 작은 환자의 경우 스캐너 장비로 상당히 불편감을 느낄 수 있다는 생각이 들었다. 또한 술자의 충분한 연습이 없이는 해부학적 구조물로 인해 상당히 오랜 시간이 작업이 소요되었다. 추후 실험에서는 가능한 구강 내 상황을 재현한 상태에서 실험을 진행하면 좀더 임상 적용에 도움이 될 것으로 생각된다.

참고 문헌

1. Rekow, E., *CAD/CAM in dentistry*. The Alpha omegan, 1991. **84**(4): p. 41.
2. Beuer, F., J. Schweiger, and D. Edelhoff, *Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations*. Br Dent J, 2008. **204**(9): p. 505-11.
3. Mörmann, W.H. and M. Brandestini, *Die CEREC computer reconstruction: Inlays, Onlays und Veneers....; XD-US*. 1989: Quintessenz-Verl.
4. Leinfelder, K.F., B. Isenberg, and M. Essig, *A new method for generating ceramic restorations: a CAD-CAM system*. The Journal of the American Dental Association, 1989. **118**(6): p. 703-707.
5. CLANCY, J., F.R. SCANDRETT, and R.L. ETTINGER, *Long-term dimensional stability of three current elastomers*. Journal of oral rehabilitation, 1983. **10**(4): p. 325-333.
6. Thongthammachat, S., et al., *Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time*. Journal of Prosthodontics, 2002. **11**(2): p. 98-108.
7. Johnson, G.H. and R.G. Craig, *Accuracy of four types of rubber impression materials compared with time of pour and a repeat pour of models*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 1985. **53**(4): p. 484-490.
8. Millstein, P., *Determining the accuracy of gypsum casts made from type IV dental stone*. Journal of oral rehabilitation, 1992. **19**(3): p. 239-243.
9. Liu, P.-R., *A panorama of dental CAD/CAM restorative systems*. Compendium, 2005. **26**(7): p. 507-513.
10. Del'Acqua, M.A., et al., *Accuracy of impression and pouring techniques for an implant-supported prosthesis*. The International journal of oral & maxillofacial implants, 2008. **23**(2): p. 226.
11. Hwang, Y., et al., *The Evaluation of Working Casts Prepared from Digital Impressions*. Oper Dent, 2013.
12. Syrek, A., et al., *Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling*. Journal of dentistry, 2010. **38**(7): p. 553-559.
13. Wismeijer, D., et al., *Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants*. Clin Oral Implants Res, 2013.
14. Lee, S.J. and G.O. Gallucci, *Digital vs. conventional implant*

- impressions: efficiency outcomes.* Clin Oral Implants Res, 2013. **24**(1): p. 111-5.
15. Ireland, A., et al., *3D surface imaging in dentistry—what we are looking at.* British Dental Journal, 2008. **205**(7): p. 387-392.
 16. van der Meer, W.J., et al., *Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology.* PloS one, 2012. **7**(8): p. e43312.
 17. Jensen, R.R., et al., *Ultra Fast Optical Sectioning: Signal preserving filtering and surface reconstruction.*
 18. Smith, R., *Creating well-fitting restorations with a digital impression system.* Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995), 2010. **31**(8): p. 640.
 19. Kim, S.-U., *Accuracy of digital impression using iTero system, in 서울대학교 치의학 석사학위 논문.* 2011.
 20. Hong, Y.-S., et al., *Customized abutment and screw-type implant prostheses after cementation based on the digital intra-oral impression technique.* The Journal of Korean Academy of Prosthodontics, 2012. **50**(1): p. 67.
 21. Coolidge, E.D., *The thickness of the human periodontal membrane.* J Am Dent Assoc, 1937. **24**(1): p. 260.
 22. Pilo, R. and H.S. Cardash, *In vivo retrospective study of cement thickness under crowns.* The Journal of prosthetic dentistry, 1998. **79**(6): p. 621-625.
 23. Andersson, M., et al., *Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system.* The Journal of prosthetic dentistry, 1996. **76**(2): p. 187-193.
 24. Att, W., et al., *Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses.* The Journal of Prosthetic Dentistry, 2009. **101**(4): p. 239-247.
 25. Boehler, W., M.B. Vicent, and A. Marbs, *Investigating laser scanner accuracy.* The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2003. **34**(Part 5): p. 696-701.
 26. Heshmati, R.H., et al., *Delayed linear expansion of improved dental stone.* The journal of prosthetic dentistry, 2002. **88**(1): p. 26-31.
 27. Lautenschlager, E. and F. Corbin, *Investigation on the expansion of dental stone.* Journal of Dental Research, 1969. **48**(2): p. 206-210.
 28. Ceyhan, J.A., et al., *A clinical study comparing the three-dimensional accuracy of a working die generated from two dual-arch trays and a complete-arch custom tray.* The Journal of prosthetic dentistry, 2003. **90**(3): p. 228-234.
 29. Wadhvani, C.P., et al., *Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials.* The Journal of prosthetic dentistry, 2005. **93**(6): p. 530-539.

인상방법	금속치아			레진치아			
	평균 (μm)	표준편차 (μm)	유의확률	평균 (μm)	표준편차 (μm)	유의확률	
중절치	Digital	14.3	44.1	0.215	6.3	22.5	0.708
	Scanner						
	Rubber	33.4	17.5				
소구치	Digital	33.4	17.5	0.003	39	29.5	0.005
	Scanner						
	Rubber	-2.3	21.4		-5.6	24.4	
대구치	Digital	8.3	15.5	0.215	40.2	32.2	0.001
	Scanner						
	Rubber	-2.5	12.6		-2.0	20.0	
전 체	Digital	20.1	28.6	0.002	28.9	32.1	0.000
	Scanner						
	Rubber	-3.1	16.1		-7.8	22.5	

[표-1] 디지털 인상법과 기존 인상법의 정밀도 차이

	평균(μm)	표준편차(μm)	유의확률
금속치아	20.1	28.6	0.319
레진치아	29.4	31.5	

[표-2] 치아 재질에 따른 디지털 인상법의 정밀도 차이

I	j	평균차 (i-j) (μm)	표준오차 (μm)	유의확률
중절치	소구치	-26.1	10.1	0.064
	대구치	-16.5	11.1	0.340
소구치	중절치	26.1	10.8	0.064
	대구치	9.6	10.5	0.664
대구치	중절치	16.5	11.1	0.340
	소구치	-9.6	10.5	0.664

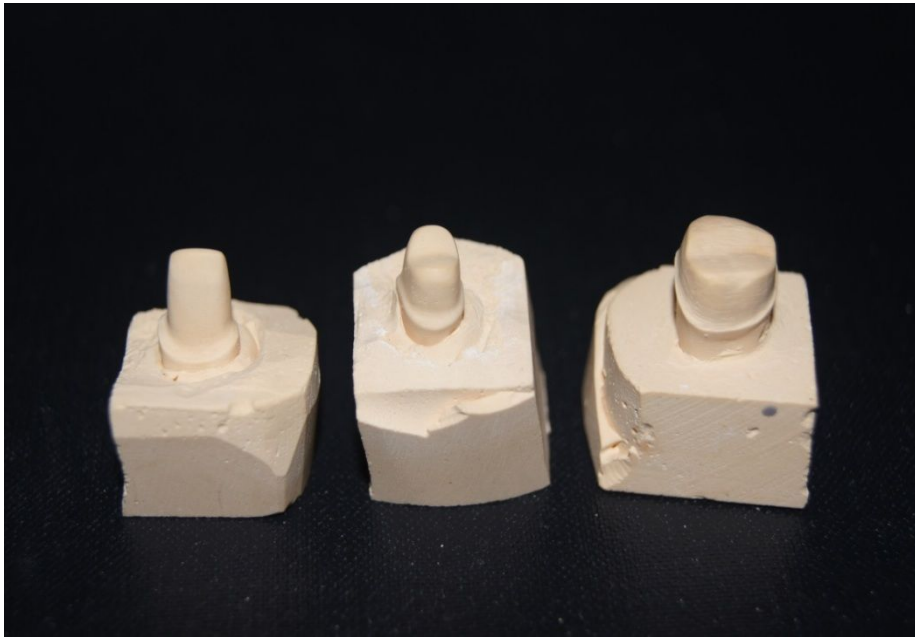
[표-3] 치아 형태에 따른 디지털 인상법의 정밀도 차이



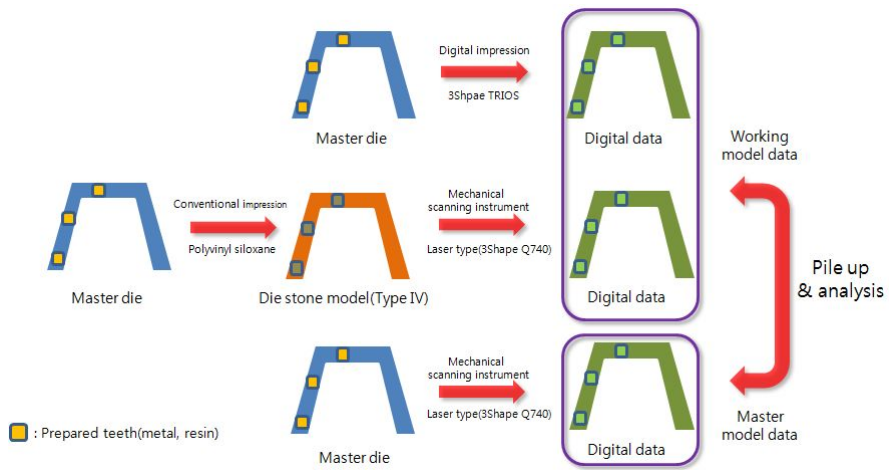
[그림-1] 지대치 형성된 레진치아



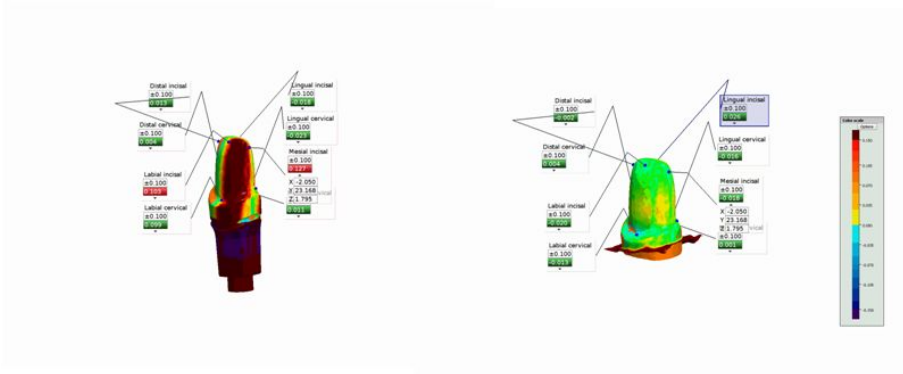
[그림-2] 지대치 형성된 금속치아



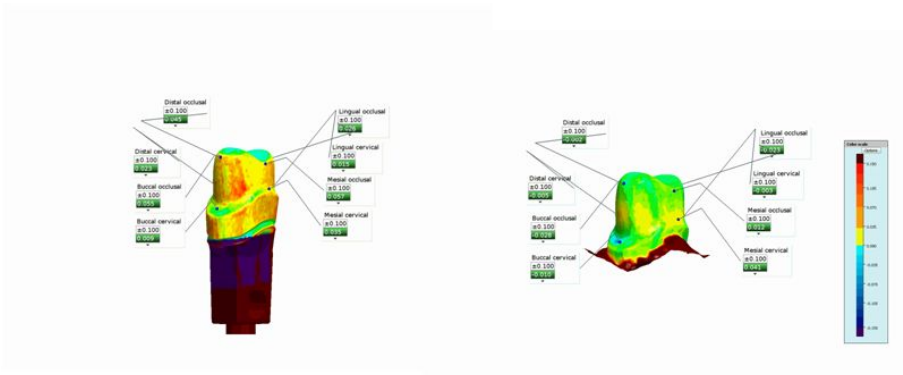
[그림-3] 기존의 인상법을 이용해 제작한 다이



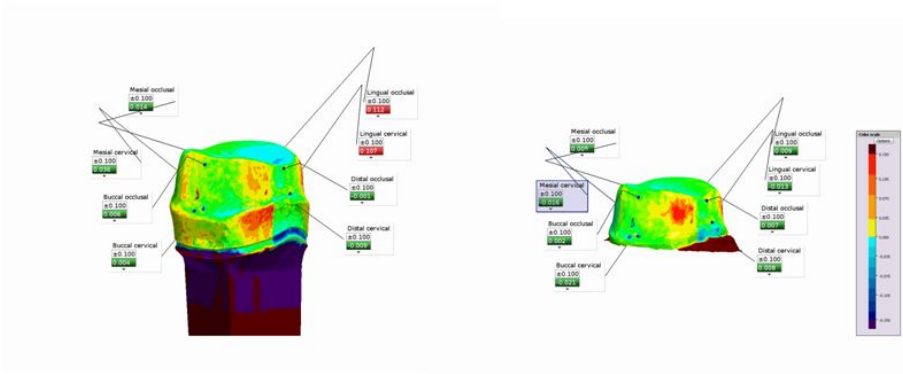
[그림-4] 실험 방법



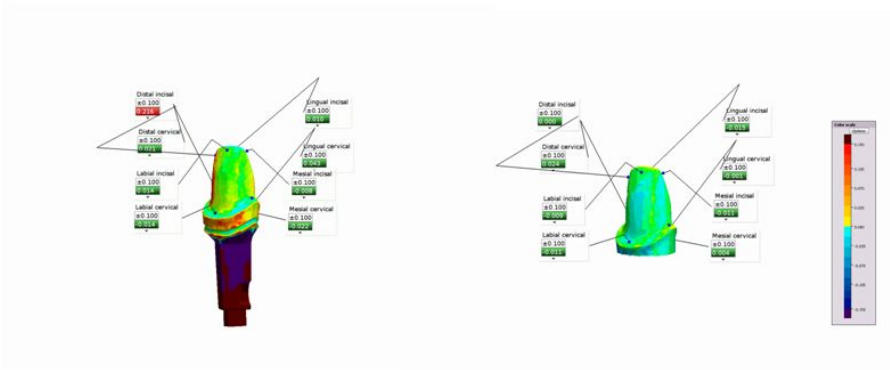
[그림-5] 금속치아에서 디지털 인상법과 기존의 인상법 비교
(중절치, 왼쪽: 디지털 인상법, 오른쪽: 기존의 인상법)



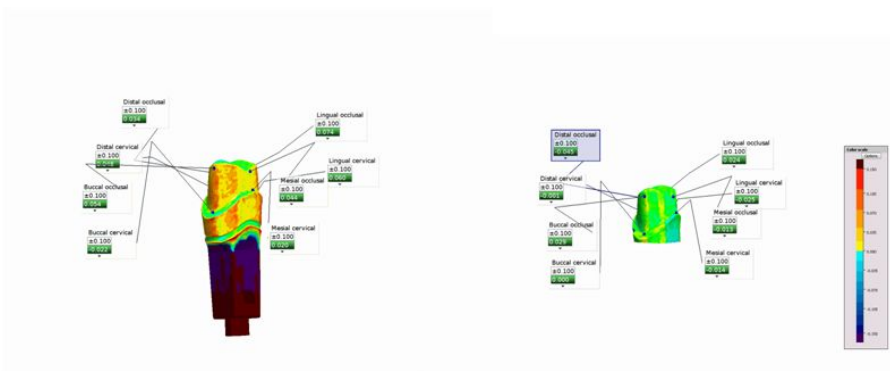
[그림-6] 금속치아에서 디지털 인상법과 기존의 인상법 비교
(소구치, 왼쪽: 디지털 인상법, 오른쪽: 기존의 인상법)



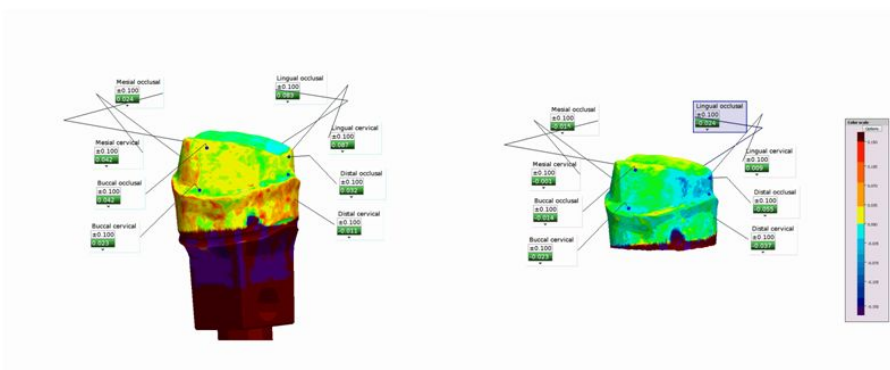
[그림-7] 금속치아에서 디지털 인상법과 기존의 인상법 비교
(대구치, 왼쪽: 디지털 인상법, 오른쪽: 기존의 인상법)



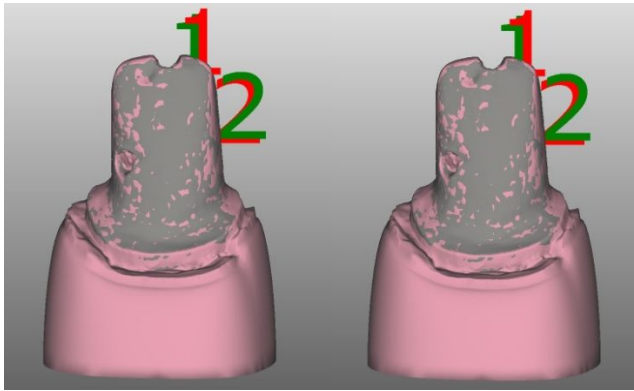
[그림-8] 레진치아에서 디지털 인상법과 기존의 인상법 비교
(중절치, 왼쪽: 디지털 인상법, 오른쪽: 기존의 인상법)



[그림-9] 레진치아에서 디지털 인상법과 기존의 인상법 비교
(소구치, 왼쪽: 디지털 인상법, 오른쪽: 기존의 인상법)



[그림-10] 레진치아에서 디지털 인상법과 기존의 인상법 비교
(대구치, 왼쪽: 디지털 인상법, 오른쪽: 기존의 인상법)



[그림-11] 레진치아에서 디지털 인상법과 기존의 인상법 비교
(왼쪽: 디지털 인상법, 오른쪽: 기존의 인상법)

Abstract

A comparison of digital impression with conventional impression

성 명 Park Taehyeon

학과 및 전공 The department of dentistry

The School of Dentistry

Seoul National University

In this study, the accuracy of digital impression was compared with that of conventional impression. Prosthesis are usually made using dental stone dies depend on conventional impression. Recently, CAD/CAM techniques and 3D dental scanners can make it possible to produce prostheses. Intraoral dental scanners can overcome many drawbacks of conventional impression. There are many scanner models on markets and many researches are conducted to measure the accuracy of those.

Materials and methods

The 3Shape Trios scanner was used in this study. Master models were #11, 15, 16 teeth made from metal and resin and each of them was prepared and scanned with digital scanner. The prepared teeth were impressed with rubber materials and dies were made using Type IV die stone in control group. Master models and dies were scanned using mechanical scanning instrument(3Shape Q-740) to make digital data of them. Digital impression data and traditional impression data were pile up on master model data respectively. At first, the accuracy of digital impression was compared with that of traditional method. Second, the effect of materials; resin and meta was examined in digital impression. Finally, how the shape of teeth can influence of accuracy of digital impression was investigated.

Results and Discussion

Statistically, a significant difference was revealed between two groups and the traditional impression was more accurate than traditional impression. No significant differences between resin and material were found. There were also no significant differences among teeth shapes.

In conclusion, traditional method was more accurate than digital method. However digital impression was also considered to be a acceptable for placement clinically. No difference between metal and resin means that diffused reflection and surface

roughness little effect on image qualities possibly. Large differences could not be detected among teeth shapes because anatomically considerations were ignored in this experiment.

Keywords : digital impression, accuracy of impression, intraoral digital scanner

Student Number : 2010-22465