

디지털 인상채득 및 CAD/CAM을 이용한 상악 전치부 보철물 제작과 기존 방식 보철물과의 임상적 비교

표세욱 · 박영범 · 김지환 · 문홍석 · 이근우*

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

기존 인상채득법에 비해 보다 정확하고 편리한 보철치료를 위하여 최근 디지털 인상채득법이 개발되고 있다. CAD/CAM과 더불어 디지털 인상채득법의 도입으로 치과 진료의 디지털화가 현실로 다가오는 시점에서, 본 증례는 디지털 인상채득 후 CAD/CAM으로 제작한 보철물과 기존 방식으로 인상채득하여 제작한 보철물의 차이점을 임상적으로 알아보고 그 과정을 자세히 소개하였다. 22세 여자 환자가 상악 좌측 중절치의 변색과 모양 개선을 위해 보철 치료를 주소로 내원하였다. 8년전 외상으로 인해 근관 치료 및 포스트를 시행 후, 치관 결손부는 레진으로 수복한 상태였으며, 전부도재관 치료계획 수립 후 환자의 동의 하에 서로 다른 방식의 2가지 보철물을 제작하여 비교해 보기로 하였다. 환자의 지대치를 기준으로 각 보철물의 내면적합도를 비교해본 결과, 두 보철물 모두 임상적으로 수용할만한 결과를 얻을 수 있었으나 아직까지는 기존 방식 보철물에 비해 디지털 방식의 보철물이 내면적합도에 있어서 더 큰 오차를 보임을 알 수 있었다. (대한치과보철학회지 2011;49:263-9)

주요단어: 디지털 인상채득, CAD/CAM, 전부도재관, 내면적합도

서론

보철물 수복과정에 있어서 치과의사와 치과기공사의 협력으로 높은 질의 치과수복물이 제작되는 것에는 의심할 여지가 없지만, 치과 기공작업은 여전히 노동집약적이고 경험의존적이다. 안전하고 심미적으로 우수한 치과 재료에 대한 수요가 증가됨에 따라 치과 수복물의 재료는 기존의 그것보다 정교하고 복잡한 기술이 요구되어 왔고, 이런 점에서 CAD/CAM이 해결책으로 제시되었다.¹ 1980년대 이후에 치과분야에서 CAD/CAM이 사용되어 왔으며, 기존의 방법으로 인상채득 및 모델 제작한 것을 스캔 후 디지털화하여 CAD/CAM방식의 고정성 보철물을 제작하는 방법은 현재에도 임상에서 사용되고 있다. 하지만 기존 인상채득 과정은 트레이에 인상재를 넣어 구강내 양형의 형상을 음형체인 인상체로 얻어내고, 거기에 모형재를 주입하여 작업모형을 얻어낸 다음 보철물을 제작하는 아날로그 인상 시스템이라고 할 수 있다. 이 아날로그 인상 시스템에서는 인상재와 트레이가 따로 필요하며 인상재로 인한 환자의 불편감과 교차감염의 가능성도 높을 뿐만 아니라 인상채득과정의 복잡성으로 인해 여러 부위를 동시에 진행할 경우 모든 부위의 정확한 인상채득에 임상적인 어려움이 있다.²

이러한 문제점들을 해결하기 위해 Electronic impression device (EID)가 개발되었다. 이것은 지대치를 형성한 후 간단하게 구강

스캐너로 치아를 스캔하고 모니터상으로 실시간 구현되는 3D 모델을 보며 수정작업 및 교합 검토 작업을 마친 후, 인터넷상으로 전송하여 추후 CAM으로 모델을 제작하는 장비이다. 이 3D-디지털 인상채득법은 인상재로 인한 환자의 불편감이 줄어들고, 모니터로 지대치를 형성한 것을 즉시 볼 수 있기 때문에 환자교육용으로 좋으며, 치아형태를 평가하여 삭제량이 적당하지 바로 확인하는 것에도 도움이 된다. 또한, 환자간 교차감염 위험의 가능성을 감소시킬 수 있고, 기공실에서 변형되지 않은 정확한 데이터를 받아볼 수 있으며 그 데이터를 영구적으로 보관할 수 있다는 장점이 있다.³

본 증례는 약 8년전 외상으로 인해 변색된 상악중절치 수복을 주소로 내원한 22세 여자 환자를 3D-디지털 인상채득기기 (iTero™)를 이용해 인상채득하고 CAD/CAM (Ceram) 방식으로 전부도재관을 제작하여 이를 기존 방식 보철물과 비교한 증례이다. 이번 증례를 통해 디지털 인상채득법을 이용한 환자의 치료 과정 및 기공 과정에 대해 자세히 소개하고, 기존 아날로그 시스템과 현재 사용되고 있는 디지털 시스템 인상채득법의 정확도를 비교해 보고자 하였다.

특징

교정장치 제작을 주력으로 하고 있는 Cadent사에서 Sirona사의 Cerec system에 경쟁하여 2005년 iTero라는 EID system을 개발

*교신저자: 이근우

120-752 서울 서대문구 성산로 250 연세대학교 치과대학 보철학교실 02-2228-3158; e-mail, kwlee@yuhs.ac

원고접수일: 2011년 6월 24일 / 원고최종수정일: 2011년 7월 1일 / 원고채택일: 2011년 7월 8일

하였다.⁴ Optical impression 후 CAD/CAM 작업까지 결합된 Cerec system과 달리, iTero는 3D-digital impression system으로 Parallel confocal 원리와 Telecentric 원리를 사용하는 것이 특징이다. Parallel confocal 원리란, 작은 편향을 통과한 빛이 물체에 닿아 반사되면 다시 이 편향을 통과하여 이것이 장치의 sensor에 인지되는 방식으로 치아코팅 파우더를 적용하지 않아도 된다는 장점이 있다. iTero는 이 원리를 이용하여 대상물체에 10만개 이상의 레이저를 쏘아 레이저가 닿는 대상거리를 측정함으로써 이미지를 구현하는 기술을 사용하고 있다. Telecentric 원리란, 렌즈의 초점에 조리개를 설치하여 광축과 평행한 빛만 통과시켜서 Z축에 의한 영향을 최소화시킨다는 개념이다. 서로 다른 깊이를 가진 대상물의 경우 그 거리의 차이로 인해 크기가 다르게 나타날 수 있고 원통같은 대상은 화각으로 불필요한 상이 맺히게 될 수 있지만, telecentric 원리를 적용하면 물체로부터의 거리와 상관없이 스캔부위의 시야를 동일하게 유지시킬 수 있어 추가적으로 배율을 조정할 필요가 없다는 장점이 있다. 따라서 Cerec system이 triangulation (Laser-Object-Camera) 방식의 비접촉식 스캔으로 5 - 10 mm 정도의 간격을 일정하게 유지해야 한다는 점에 비해, iTero는 치아에 접촉한 상태로 보다 손쉽게 스캔이 가능하다.^{5,6}

연구 대상 및 방법

본 환자는 22세 여자 환자로, 연세대학교 치과대학병원 교정과에서 교정치료를 모두 마치고 변색된 상악 좌측 중절치를

최종 보철물로 수복하고 싶다는 주소로 본과에 내원하였다. 상악 우측 중절치와 비교했을 때 확연한 변색과 부적절한 치은선을 보임을 확인할 수 있으며, 방사선 사진 상에서 해당부위의 신경치료와 포스트 후 레진 수복이 되어있음을 알 수 있다 (Fig. 1).

여러 가지 심미적 요소를 고려하여 상악 좌측 중절치에 약간의 치은 절제술을 포함한 전부도재관을 제작하기로 계획하고, 내원 당일 해당부위 부분 국소마취 하에 치은 절제술 및 치아삭제를 시행하여 적절한 임시수복물을 제작하였다 (Fig. 2). 두 번째 내원시 적절히 치은이 형성되었음을 확인하였고, 최종 치아삭제와 인상채득 및 치아색조선택과정을 시행하였다. 인상채득 방법은 환자의 동의하에 iTero를 이용한 디지털 인상과 기존의 Poly-vinylsiloxane (Aquasil)을 이용한 아날로그 인상을 각각 채득하였으며, 보철물은 Cercon system의 디지털 방식과 IPS Empress2를 이용한 아날로그 방식으로 각각 제작하였다.

3D-디지털 인상채득을 위해서는 가장 먼저 환자의 정보를 정확하게 입력해야 한다. 특히 환자의 현재 구강 상태, 즉 인상채득할 지대치 부위와 발치한 치아나 선천적 결손치의 정보를 확실히 입력하는 것이 가장 중요하다.⁶ 본 환자의 경우, 지대치인 상악 좌측 중절치에 대한 정보와 교정시 상악 좌측 제1소구치를 발치하였음을 입력하였다. 인상채득을 위한 지대치 부위의 연조직 처치를 위해 이중 치은압배법을 사용하였고, 구강스캐너로 지대치의 협설 · 근원심 및 교합면에서 각각 5장을 스캔한 후, 지대치를 제외한 다른 치아는 각 치아당 협설면



Fig. 1. Intraoral photo and periapical radiograph at first visit. The maxillary left central incisor was discolored. (A) The tooth was treated with post and resin core after endodontic treatment. (B)



Fig. 2. A: Before tooth preparation and gingivectomy, B: After tooth preparation and gingivectomy.

에서 2장을 스캔하여 약 20분간의 디지털 인상채득을 완료하였다. 치아를 모두 스캔한 후, 교합관계기록을 위해 전치부와 양측 구치부의 교합을 총 3장 스캔하였고, 모든 스캔 자료들을 합성하는 과정을 통해 그림과 같은 3차원 디지털 영상을 그 자리에서 직접 확인해 볼 수 있다. 이 가상 모델을 통해 지대치의 삭제량 및 교합관계를 평가하는 것이 가능하다(Fig. 3).⁷

이와 같이 술자의 완벽한 확인을 거친 후, 이 자료를 iTero center로 보내면 지대치 변연을 결정하고 교합의 긴밀도를 반영하는 등의 자세한 모델링 작업을 실행하게 된다(Fig. 4). 모델링 작업이 완료되면 이 가상모형 파일(STL file)을 바로 CAD/CAM 보철물 제작에 이용하거나, iTero milling machine을 통해 실제 모형으로 절삭 가공할 수 있다. Closed system인 Cercon 프로그램

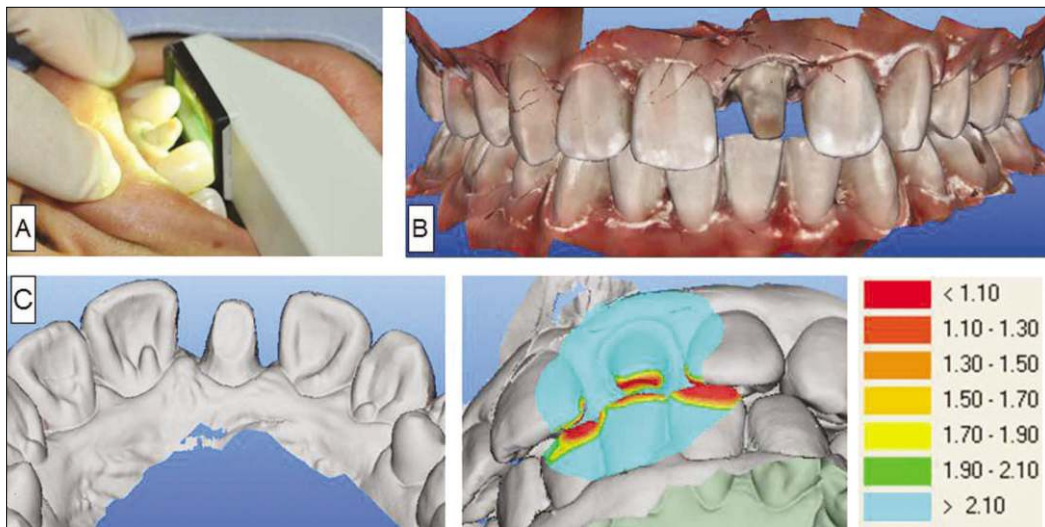


Fig. 3. A: iTero digital impression, B: Scanned image, C: Evaluating the amount of reduction and shape of prepared tooth.

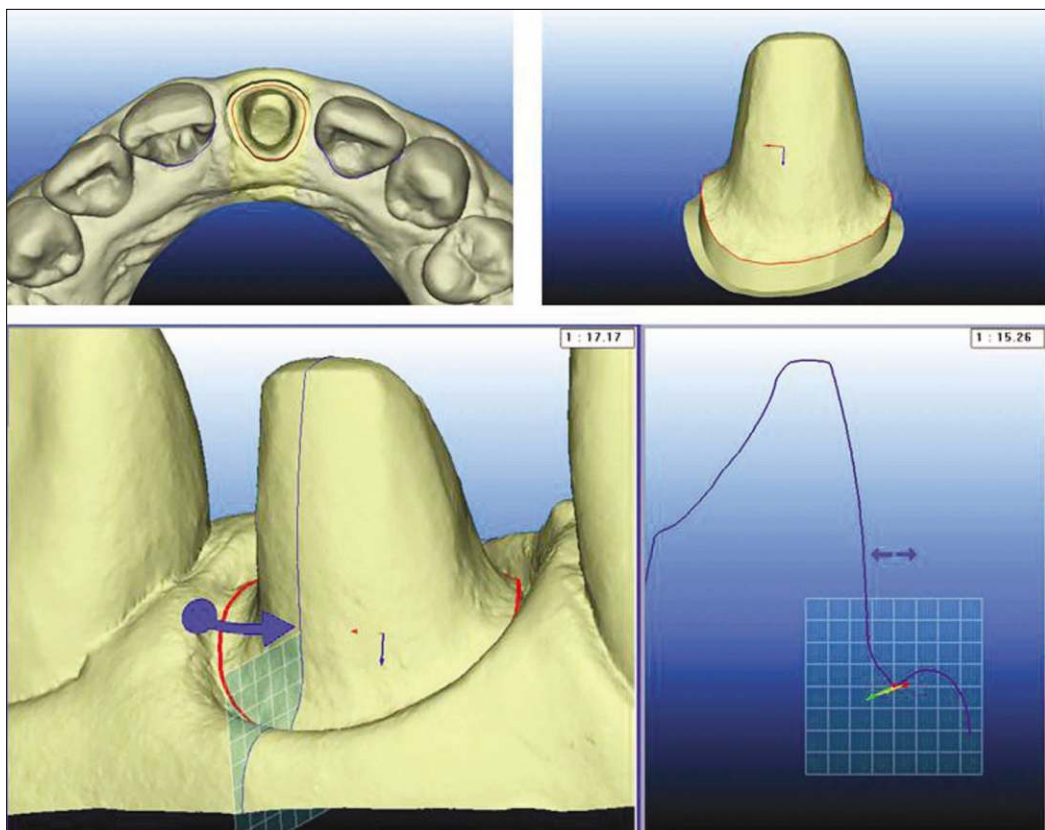


Fig. 4. Modeling procedure and finishing margin determination.

의 호환성 문제로 이번 증례에서는 iTero 모형을 제작하여 이를 재스캔하는 방법을 선택하였다. iTero 모형은 폴리우레탄 재질로 제작되어 가볍고 단단하며 깨지지 않는 장점이 있는 반면, 절삭기술의 한계로 지대치를 제외한 다른 부위의 교합면 묘사는 기존의 석고모형에 비해 비교적 부족하다는 단점이 있다. 교합관계는 모형자체에 반영되어 제작되기 때문에 iTero 전용 교합기로 간단하게 마운팅 가능하다(Fig. 5). 제작된 지대치 모형으로 CAD/CAM 방식의 보철물을 제작하기 위해 Cercon system을 사용하였다. Cercon system은 크게 Cercon eye, Cercon art, Cercon brain, Cercon heat으로 이루어져 있으며 각각 스캔 및 코핑디자인, 지르코니아밀링, 그리고 소결에 사용된다. Cercon eye를 이용하여 iTero 지대치 모형을 스캔하고 컴퓨터상에서 Cercon art

프로그램으로 지르코니아코핑을 디자인하면, 이 정보를 바탕으로 Cercon brain이 소성 전의 지르코니아 블록을 이용하여 지르코니아 코핑을 절삭가공하게 된다. 그리고 지르코니아 코핑을 Cercon heat에 넣고 소결 작업을 거치면(약 30%의 수축률) CAD/CAM을 이용한 모든 과정이 완료된다.⁸

디지털 방식의 보철물 제작과 달리, 아날로그 보철물 제작은 일반적으로 사용되는 PVS와 석고를 이용한 기존 모형에 통법대로 IPS Empress 2 코핑을 제작하였다. 디지털 및 아날로그 방식으로 제작된 각각의 코핑에 동일한 기공사가 동일한 재료의 도재를 축성하여 전부도재관을 완성하였다. 도재 축성과정은 최대한 동일하게 진행하였으나, 최종 보철물의 표면 자체에 약간의 차이는 존재하였다. 보철물을 환자에게 시적하였을 때, 두 보철물 모두 기능적으로 만족할만한 결과를 확인할 수 있었다. 하지만, 디지털 방식의 보철물은 지르코니아 특성상 불투명감으로 인해 상대적으로 자연스럽지 못한 결과를 보였으며, 환자 역시 이러한 이유로 기존 아날로그 방식 보철물의 자연스러움에 더 만족해하였다(Fig. 6).

내면적합도 확인을 위해 환자의 지대치를 기준으로 각각의 보철물에 PVS를 이용하여 내면 공간을 인기하고 이를 비교해 보았다. 육안상으로도 디지털 방법을 이용하여 제작된 보철물의 내면공간이 더 두껍게 인기 되었음을 알 수 있었다. 각각의 두께를 수직으로 측정하기 위해 내면 공간이 인기된 PVS 시편의 정중면을 절단하고, 그 단면을 실체현미경으로 20배 확대하여 측정해 보았다(Leica DFC 300FX). 기존 아날로그 방식의 보철물이 50 μ m 내외의 일정한 내면이 관찰되는 반면, 디지털 방식의 보철물은 70 μ m 내외의 약간 더 두꺼운 내면을 확인하였다(Fig. 7). 임상적으로 허용 가능한 변연 간격에 대해서는 Christensen⁹은 적절한 변연 간격을 대략 40 μ m라고 하였으나, 이에 대해 Moon 등¹⁰은 이러한 적합도는 실험상에서 판단하는 기준수치일 뿐, 이 변연 간격이 임상적으로 허용 가능한가에 대한 판단의 기준으로 삼기에는 부적당하다고 하였다. McLean과 von Fraunhofer¹¹는 5년 이상 된 구강내 1000개의 수복물에 대한

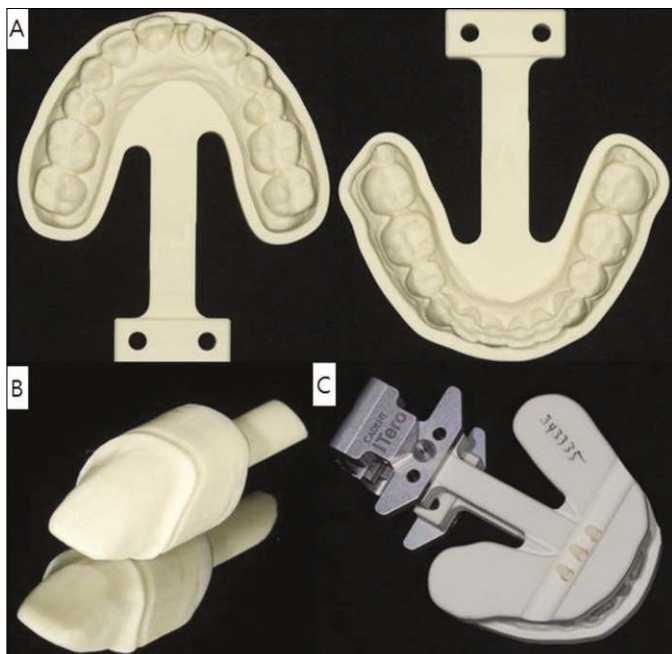


Fig. 5. iTero polyurethane model (A), die (B), and articulator (C).



Fig. 6. All ceramic crown by conventional method (A), by digital method (B).

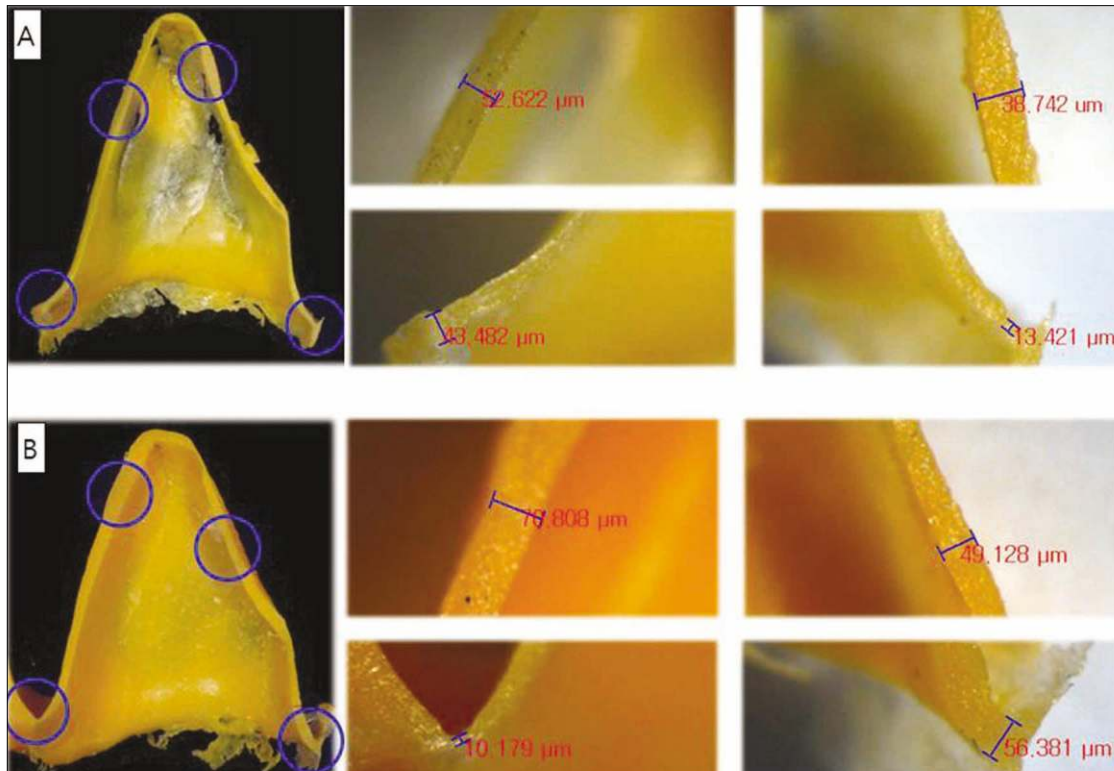


Fig. 7. Internal space specimen of the prosthesis by conventional method (A), by digital method (B).

연구에서 허용할 수 있는 최대 변연 간격은 $120\mu\text{m}$ 라고 하였다. 임상적으로 허용되는 보철물 내면 공간이 이와 같음을 감안해 보면, 두 보철물 모두 임상적으로 사용하기에 큰 문제가 없는 것으로 사료된다.

고찰

디지털 인상채득의 정확도를 측정하기 위해서는 동일한 조건의 지대치와 같은 재료로 제작된 보철물이 필요하다. 지대치에 대한 변연의 적합도를 측정하는 실험적 방법으로 Sorensen¹²은 직접 보는 방법, 절단하여 보는 방법, 인상채득을 통해 평가하는 방법과 탐침에 의한 시각적 관찰 등을 제안하였다. Moon 등¹⁰은 절단하여 보는 것이 가장 정확한 방법이나 측정 부위를 늘리는 것이 어렵고, 측정부위를 늘리려면 그만큼 정밀한 시편을 더욱 많이 제작해야 한다는 단점이 있다고 하였다. 레플리카 테크닉(Replaca technique)은 Molin과 Karlsson 등¹³이 1993년 gold inlay와 ceramic inlay의 적합도 비교를 위한 연구에서 사용한 실험방법이다. 이 방법은 코어를 절단할 필요가 없기 때문에 간단하고, 코어 절단 시 생기는 변연의 변형을 막을 수 있으며 측정부위의 수를 손쉽게 늘릴 수 있고 반복적인 측정도 가능하다는 장점이 있다.¹³ 과거에는 이 방법의 정확도에 대해서 의문점이 제기되기도 하였다. 이에 대해 Rahme 등¹⁴은 동일한 시편을 이용하여 내면 적합도를 비교 측정 해봄으로써,

코어를 절단해서 관찰하는 전통적인 방법과 레플리카 테크닉 사이의 정밀도를 비교 평가하였다. 그 결과, 정밀도에서 두 방법 사이에 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 환자의 지대치를 대상으로 레플리카 테크닉으로 시행한 실험들에 의하면 이미 디지털 인상채득법은 기존의 인상채득법과 대등한 정확도를 나타내고 있다.¹⁵ 이번 증례에서는 비록 동일한 종류의 보철물을 사용하지 않았고 보다 정확한 내면적합도 측정을 위한 레플리카 테크닉을 이용하지 않았지만, 디지털 인상채득 및 CAD/CAM을 이용한 보철물 제작 과정에 대해 자세히 소개하고 이를 기존 방식에 비교하여 현재 치의학 분야에서 디지털화가 어떻게 이루어지고 있으며, 어느 정도 임상에서 적용 가능한지 파악해보고자 하였다. 임상에서 익숙하게 사용하기 위해서는 술자에게 어느 정도의 훈련이 필요하며, 환자의 여러 가지 현실적인 조건 또한 고려되어야 한다. 본 증례 역시 환자의 심미적 요구가 높은 전치부라는 현실적 제약으로 인해 기존 방식의 보철물을 최종 선택하였으나, 디지털 방식의 보철물도 임상적으로 충분히 사용될 수 있다고 판단하였다. 이미 많은 임상가들이 실제로 디지털 인상채득 및 CAD/CAM을 이용한 치료를 통해 만족할만한 결과를 보고하고 있다. 본 증례에서는 closed system인 타회사와의 호환성 문제로 STL file을 직접 사용하지 못하였으나 open system을 이용한다면 기존 보철물과 내면적합도에서 유의차 없는 보철물 제작이 가능할 것으로 사료된다. 결론적으로 보다 임상적으로 우수한 보철물 제작을

위해서는 임상적 한계점들을 보완할 기술적 개발과 복잡한 과정을 더욱 단순화하며 상호 개방적이고 소통이 가능한 시스템의 개선이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

요약

디지털 인상채득법은 교차기회의 감소, 데이터 보관의 용이성, 기공소와의 feedback, 작업의 효율성 증가, 인상체로 인한 불편감 감소 및 환자의 교육 측면에 있어서 기존 인상채득법에 비해 월등히 우수한 장점을 가진다. 특히, 출혈성 질환이나 연조직 질환을 가진 환자나 구도반사가 심한 환자에게 있어 디지털 인상채득법은 유용하게 사용될 수 있다. 하지만 인상채득에 소요되는 시간이나, 치은연하 변연의 인상채득을 위한 연조직압배 및 타액과 치은열구액 등의 처리와 같은 임상적으로 경험에 필요한 부분에 있어서는 숙련도가 요구되며, 이로 인해 정확도 측면에서는 학습곡선(Learning curve)에 의한 영향을 고려해야 한다. 즉, 어떤 상황에서도 술자의 숙련도와 상관없이 일정한 결과가 나올 수 있는 재현성 부분의 개선과 스캐너와 절삭장비의 정밀도 부분 및 구강스캐너의 크기감소에 관련된 기술적 개발이 더욱 이루어진다면, 디지털 인상채득법은 CAD/CAM과 함께 디지털 치의학에 있어 중요한 패러다임 전환을 가져올 것이다.

참고문헌

- Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28:44-56.
- Christensen GJ. The state of fixed prosthodontic impressions: room for improvement. *J Am Dent Assoc* 2005;136:343-6.
- Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc* 2009;140:1301-4.
- Cadent iTero Digital Impression System and Virtual 3-D Dentistry[Internet]. Carlstadt, NJ 07072; 2007. Available at: www.cadent.biz
- Jeffrey BD. The future of impressions. *Dental Economics* 2007 June 1. Available at: www.dentaleconomics.com
- Garg AK. Cadent iTero's digital system for dental impressions: the end of trays and putty? *Dent Implantol Update* 2008;19:1-4.
- Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent* 2007;28:422-4, 426-8, 430-1.
- Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;204:505-11.
- Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent* 1966;16:297-305.
- Moon BH, Yang JH, Lee SH, Chung HY. A study on the marginal fit of all-ceramic crown using CCD camera. *J Korean Acad Prosthodont* 1998;36:273-92.
- McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
- Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990;64:18-24.
- Molin M, Karlsson S. The fit of gold inlays and three ceramic inlay systems. A clinical and in vitro study. *Acta Odontol Scand* 1993;51:201-6.
- Rahme HY, Tehini GE, Adib SM, Ardo AS, Rifai KT. In vitro evaluation of the "replica technique" in the measurement of the fit of Procera crowns. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:25-32.
- Syrek A, Reich G, Ranfl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 2010;38:553-9.

Maxillary anterior all ceramic restoration using digital impression and CAD/CAM

Se-Wook Pyo, DDS, **Young-Bum Park**, DDS, MS, PhD, **Jee-Hwan Kim**, DDS, MSD, PhD

Hong-Suk Moon, DDS, MSD, PhD, **Keun-Woo Lee***, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

The digital impression technique has been developed for more precise restorations and convenient procedures in prosthodontic treatment compared to the conventional impression technique. Along with the utilization of CAD/CAM, the introduction of digital impression technique actualizes the digitalization of dental treatments. This case is to compare two different prostheses introducing each procedure in detail; one from CAD/CAM after taking digital impression and the other from the conventional technique. A 22-year-old female visited the clinic with the chief complaint of correction of discoloration and shape on maxillary right central incisor. Due to the trauma 8 years ago, the tooth was endodontically treated with post and resin core. The treatment was planned and the procedures were conducted under the patient's consent to treat the tooth with all ceramic crowns in two different ways for comparison. In conclusion, both prostheses presented clinically acceptable results with comparing the internal fitness of two all ceramic crowns. The prosthesis from digital impression, however, showed more errors in respect of internal fitness. (*J Korean Acad Prosthodont* 2011;49:263-9)

Key words: Digital impression, CAD/CAM, Full veneer crown, Internal fitness.

*Corresponding Author: **Keun-Woo Lee**

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University, 250 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea

+82 2 2228 3158; e-mail, kwlee@yuhs.ac

Article history

Received June 24, 2011 / Last Revision July 1, 2011 / Accepted July 8, 2011