

성공적인 캐드캠 수복을 위한 치아형성과 구강스캔

¹⁾W 치과의원, ²⁾부산대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실
배진우¹⁾, 손성애^{2)*}

ABSTRACT

Tooth preparation and Intraoral scanning for successful CAD/CAM restorations

¹⁾ W Dental Clinic, ²⁾ Department of Conservative Dentistry,
School of Dentistry, Pusan National University
Jin Woo Bae, DDS¹⁾, Song Ae Son, DDS, Ph.D²⁾

In recent years, with the introduction of various restorative materials, restorations using CAD/CAM equipment have been increasing in the esthetic dentistry. The critical steps in the fabrication of indirect restorations with CAD/CAM equipment are proper cavity preparation and making accurate impressions. The process of tooth preparation for CAD/CAM restoration should include a mechanical understanding of milling. In addition, during tooth preparation, the clinician should be familiar with additional equipment and techniques for obtaining the convenience. In order to obtain an accurate oral scan, the clinician should understand the limitations of the oral scan and be skilled at techniques for obtaining a successful image when making oral scans. This article focused clinical guidelines for the preparation of CAD/CAM restorations and introduced clinical methods for making successful impression of oral scans in narrow and deep tooth cavity areas.

Key words : CAD-CAM(Computer-aided design/Computer-aided manufacture), tooth preparation, intraoral scans

Corresponding Author

손성애

부산대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실

E-mail : sungae@pusan.ac.kr

I. 서론

치아 우식증으로 인하여 손상된 부위가 인접면을 포함하거나 교두를 포함하여 결손의 범위가 큰 경우 간접 수복물을 제작하여 손상된 치아의 결손 부위를 수복하게 된다. 이때, 치아 와동형성은 수복재료와 제작방법에 따라 달라지게 되며 치아형성과 치아에 형성된 와동을 정확하게 재현하는 과정인 인상채득은 전통적으로 제작되는 수복물의 경우 뿐 만 아니라 디지털 장비로 제작되는 수복물에서도 매우 중요하다. 정확하며 효율성 있는 치아와동의 형성과 인상채득의 과정을 통하여 보다 예측 가능한 간접 수복물을 제작할 수 있게 된다. 최근 디지털 수복의 발달로 인, 온레이를 비롯하여 치아를 최대한 유지하기 위한 간접 수복물의 제작에 그 적용 범위가 확대되고 있다. 이는 밀링과정을 고려한 치아의 와동 형성 후 구강 스캐너를 사용하여 인상체를 스캔하고 스캔 데이터를 디지털 파일로 전환 한 후 밀링과정을 거치면서 제작된다. 디지털 장비를 활용하여 수복물을 제작하는 경우 기존의 방식에 비하여 제작과정이 단순하고 과정 간 오류가 있을 때 오류를 쉽게 수정할 수 있으며, 술자가 의도하는 수복물의 교합점을 정확하게 재현해 낼 수 있는 등의 장점을 가진다^{1,2)}. 본 특집에서는 디지털 장비를 활용하여 수복물을 제작하는 경우

치아의 와동 형성에서부터 구강내 광학 인상을 채득 하는 과정 중 임상가들이 알아두면 도움이 될 만한 내용들을 기술해 보겠다.

II. 본론

1) CAD/CAM 수복물 제작을 위한 치아형성

치과의사가 간접수복물을 위한 치아와동을 형성할 때, 수복재료가 필요로 하는 최소 두께, 변연부의 미세한 형성, 인접치아에 의원성 손상 없이 치아를 삭제하는 것이 필요하며, 디지털 수복물을 위한 치아의 삭제시에는 밀링머신이 가공 가능한 형태를 만족시키면서 치아를 형성하는 것이 필요하다(Fig.1). 디지털 수복을 위한 치아의 형성은 광학 스캔 과정과 밀링의 과정을 거친다. 정확한 광학 스캔을 위하여 와동은 변연선각과 와동 내부의 선각이 잘 식별되도록 와동을 명확하면서도 매끄러운 변연부위를 가지도록 형성하여야 한다(Fig.2). 와동의 외형은 치아의 결손 부위를 포함하면서 약화된 교두를 피개하는 형태로 하며, 수복물의 삽입과 철거가 용이하도록 언더컷이 없게 디자인되어야 한다. 또한 밀링기의 버의 직경과 밀링시 재료두께와 특성에 따라 일어날 수 있는 chipping

CAD/CAM 장비를 활용한 수복물 제작을 위한 치아와동의 형성시 체크 포인트

- ▶ 와동의 디자인이 단순하며 명확한 내면의 선각, 부드럽게 이행하는 변연을 확보하였는가?
- ▶ 편평한 바닥, 매끄러운 변연 부위를 확보하였는가?
- ▶ 언더컷은 없는가?
- ▶ 인접면의 치은변연은 가능한 치은연상부위에 위치하며, 명확한 변연을 가지는가?
- ▶ 수복물을 위한 최소 두께는 확보되었는가?

등을 고려하여야 한다. 수복물의 최소 두께는 1.5~2mm 정도 확보하여야 하며, 와동의 형태는 밀링을 고려할 때 복잡하게 설정하는 것보다 단순한 외형으로 디자인 하는 것이 유리하다(Fig.3)^{3,4)}.

2) 일반적인 치아와동의 형성시 술자의 편의를 부여하는 방법들

1. 리버댐의 활용

치아 삭제시 치과의사는 구강내 근육과 연조직, 혀로부터 치아를 삭제하기 위한 버의 움직임은 방해받지 않아야 한다. 리버댐의 적용은 혀나 뺨 등의

연조직으로부터 치아를 격리 시켜 주고, 버의 접근을 용이하게 하며 술자로 하여금 기술의 집중도를 높일 수 있게 한다. 리버댐의 적용은 치아 삭제를 보다 섬세하게 할 수 있는 시술범위(filed)를 제공하는데 유용한 방법이다(Fig.4)^{5,6)}.

리버댐을 통한 시야확보와 격리가 주는 또 다른 장점으로는 술자가 뺨을 젖히기 위하여 치과용 거울을 잡을 필요성을 감소시킴으로써 술자가 치아의 미세한 변연부위를 형성할 때 두 손으로 핸드피스를 지지 할 수 있게 하는 점이다. Fig.5와 같이 술자가 치과용 거울로 뺨을 젖힐 필요가 없으므로, 다른 한 손으로 핸드피스를 지지하여 보다 정교한 버의 움직임을 허용하고, 이로써

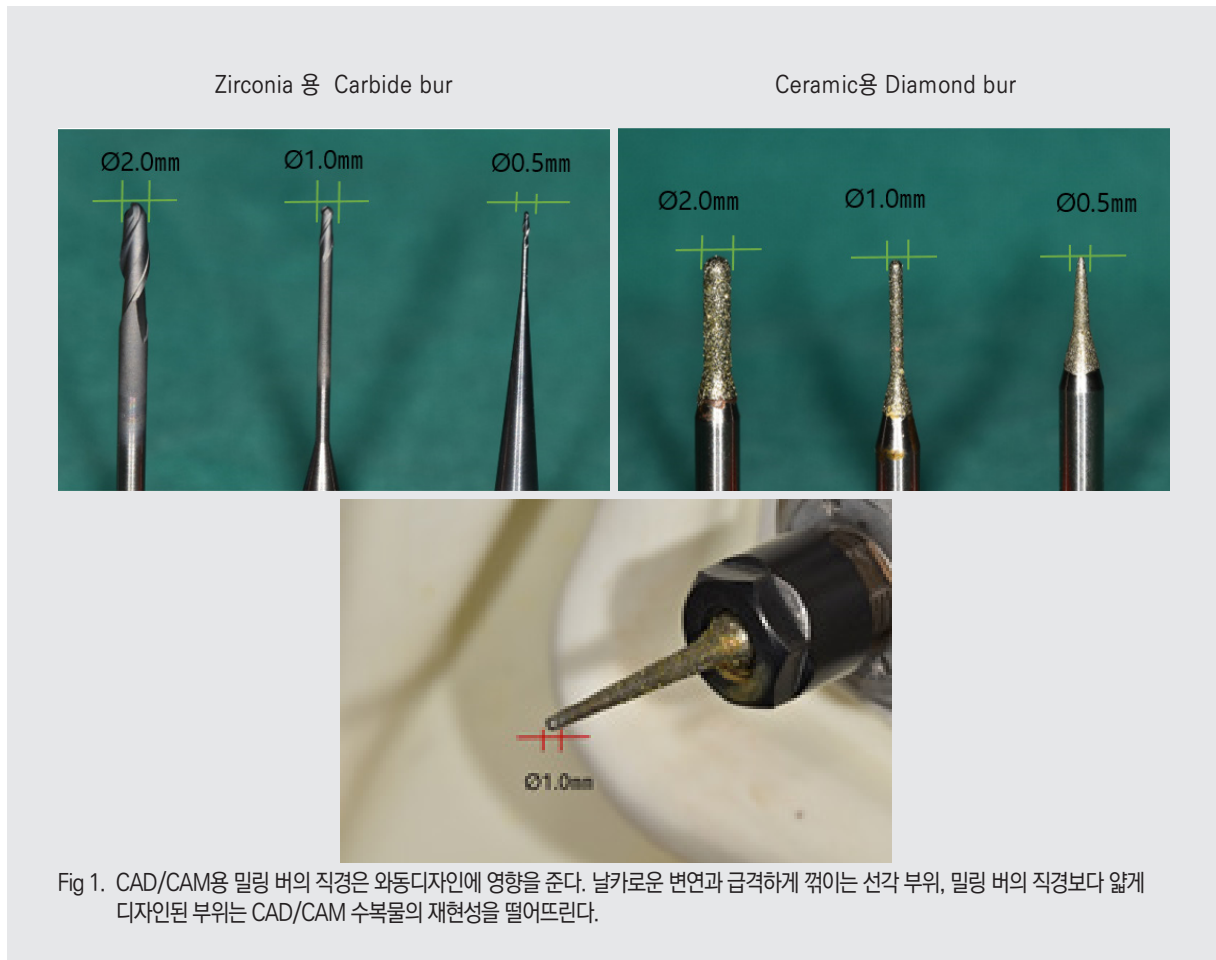


Fig 1. CAD/CAM용 밀링 버의 직경은 와동디자인에 영향을 준다. 날카로운 변연과 급격하게 꺾이는 선각 부위, 밀링 버의 직경보다 얇게 디자인된 부위는 CAD/CAM 수복물의 재현성을 떨어뜨린다.

더 명확한 변연부의 형성이 가능하게 된다.

또한, 리버댐을 장착 할 때 삭제를 위한 대상 치아를 단독으로 격리 시키는 것보다 인접한 치아, 또는 삭제할 치아를 포함하여 대측의 치아 부위까지 연장하여 리버댐을 장착하는 것이 변연부위와 인접면을 형성할 때 버가 리버댐의 리버와 클램프의

윙에 걸리지 않게 한다.

2. 치아 삭제용 초음파 기구를 이용한 치아와동 형성
치아와동을 형성 할 때, 인접면 부위는 직접적인 시야가 확보되지 않는 경우가 많다. 그로 인하여 술자는 치과용 거울에 반사되는 간접시야 하에서 인접면의

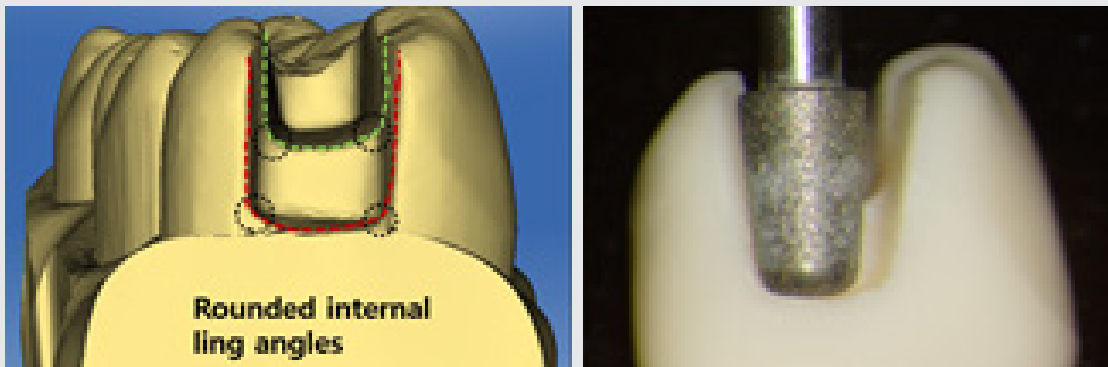


Fig 2. 와동의 변연이 불규칙한 면을 가지지 않도록 한다. 둥글고 부드럽게 이행되는 선각은 정형화된 치아 삭제용 버의 사용으로 가능하다.

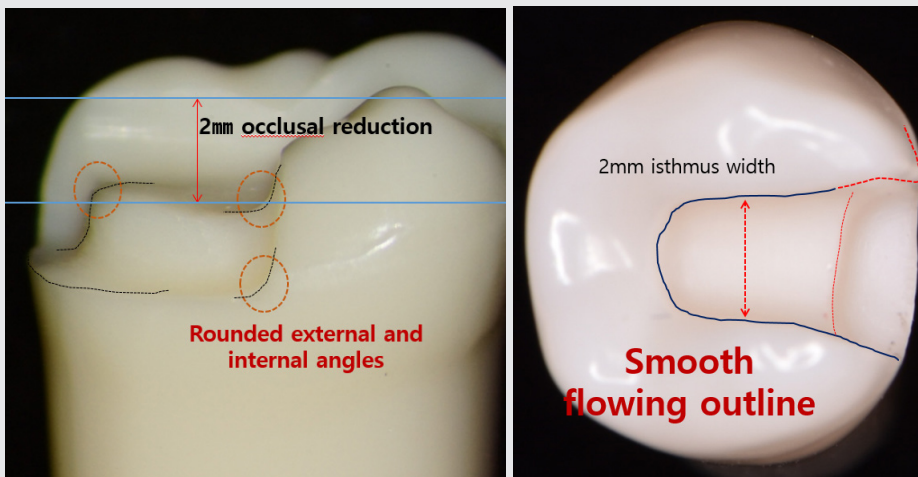


Fig 3. 와동의 외형은 단순하여야 하며 CAD/CAM 수복물의 파절을 막기 위하여 최소 2mm의 수복물 두께가 부여되어야 한다. 모든 선각은 둥글게 이행되어야 하며 치은측 변연은 가능한한 법랑질에 부여되는 것이 바람직하다. 전체적인 와동의 형태는 부드럽게 이행되면서 단순한 형태를 지녀야 한다. 협설측으로 약2mm의 너비를 가지는 것이 바람직하다.

와동을 형성한다. 이때 의도치 않게 인접하고 있는 치아에 손상을 줄 수 있으며, 언더컷 없이 매끄러운 변연을 포함한 와동을 형성하는 것을 어렵게 한다. 치아삭제용 초음파 기구를 활용한 인접면 와동 형성은 초음파 기구의 구동방식의 특징과 팁의 형태로 인하여 초보자도 인접면 박스 형성을 쉽고 편하게 할 수 있도록 도와준다(Fig.6)^{7,8)}. 팁의 형태는 박스처럼 생겨 수복물의 형태와 두께를 정형화 할 수 있다. 한쪽 면에는 삭제를 위한 코팅이 되어 있지 않아 인접면 형성시 인접치아를 손상시키지 않고 안전하게 인접면 변연을 정리 할 수 있다(Fig.7). 치아형성용 초음파 팁을 사용할 때 또 다른 장점은 간접시야 하에서 치아를 형성 할 때이다. 이것은 회전방식의 핸드피스와는 달리 핸드피스 헤드가 없으므로 치과용 거울에서 시야의 간섭이 적다. 이는 간접시야에 익숙하지 않은 술자도 어렵지 않게 변연을 형성할 수 있게 한다. 치아의 면을 돌아가며 변연을 형성 할 때, 특히 원심면과 설면이 만나는 선각부위를 매끄러우면서 연속성을 가진 변연으로 형성 할 때 특히 유용하며, 간접시야에서도 시야 확보가 잘 되지 않는 인접부위의 치은측 치아변연을 미세하게 정리 하는

데에도 그 활용도가 높다(Fig.8). 치아삭제용 초음파 팁은 회전절삭기구로 초기의 와동형성을 어느 정도 한 상태에서 와동의 변연을 정리하는데 사용되는 기구이다^{9,10)}. 그로 인하여 주의점이 있다. 케이스에 따라 치아 삭제용 초음파 팁의 파워를 조절해야 한다. 너무 강한 파워로 변연부위를 다듬게 되면 얇아진 치아에 미세파절이 일어날 수 있으며 강한 파워에서 지속적으로 사용할 때 팁의 파절이 일어나 수 있다.

3. 정확한 변연을 형성하기 위한 다양한 핸드피스의 활용

대부분의 경우에서 Friction grip bur를 사용한 300,000 rpm이상의 고속용 air-turbine 핸드피스를 치아 삭제를 위하여 사용하고 있다. 그러나 치아를 삭제 할 때, 미세한 변연 부위의 형성이나 인접면 형성시, 또는 치아의 면과 면이 만나는 부위의 부드러운 형성이 필요한 경우, 고속으로 인하여 술자가 자칫 부주의하면 과도하게 삭제가 되거나 치은의 출혈과 인접치아의 손상을 야기하게 되어 의도하지 않은 결과를 초래하기도 한다. 이에 반해, 1:1 등속 또는 1:5 증속



Fig 4. 47번의 인접면 충치를 치료하기 위한 증례이다. 러버댐의 설치로 술자의 시야가 확보되며 뺨, 혀로부터 치과용 버의 동선이 방해받지 않게 된다.

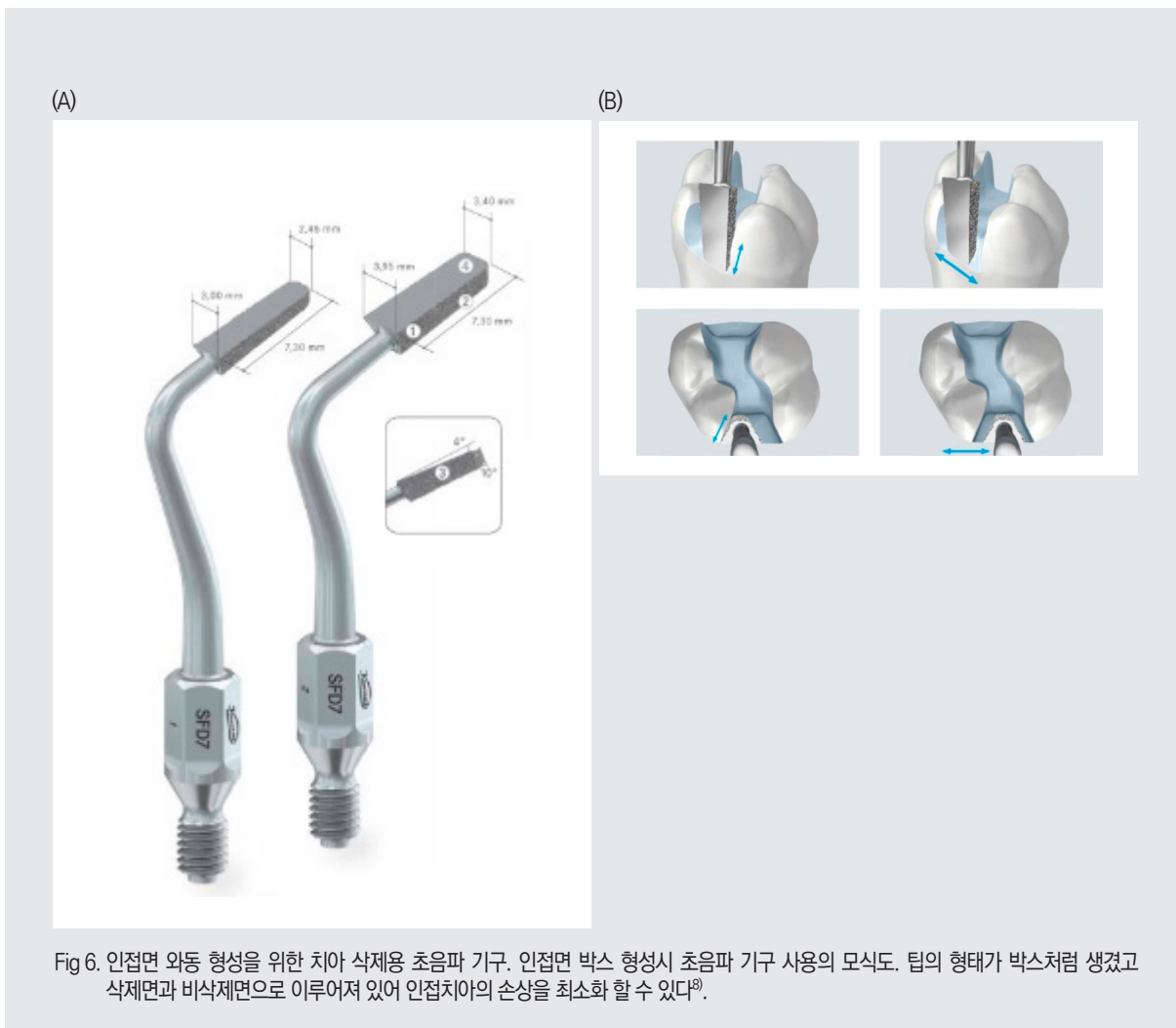


Fig 5. 술자의 한 손은 핸드피스의 본체를 잡고, 다른 한 손은 핸드피스의 두부를 지지하며 버의 움직임을 조절한다. 이때 술자는 버의 움직임을 최소화하면서 안정적인 치아 삭제를 진행 할 수 있다.

마이크로 전기모터용 핸드피스의 사용은 air-turbine 고속 핸드피스에 비하여 토크의 조절이 좋아 핸드피스의 조절이 용이하여 치아 삭제시 미세부위를 형성하는데 유리하다(Fig.9). 또한 술자가 원하는 핸드피스의 속도를 조절할 수 있고 1:5 증속 전기모터용 핸드피스의 경우 200,000rpm까지 증속이 가능하여 하나의 핸드피스로 초기 와동 형성부터 미세 변연부위의 형성까지 핸드피스의 속도를 조절해 가며 사용 할 수 있는 장점이 있다. 무주수 혹은 저주수 하에서 치아를 삭제 할 수 있도록 회전속도 조절이

가능하며, 주수량의 조절로 간접시야의 확보가 용이하다. 임상에서 미세하게 치아를 삭제해야 하는 부위에서는 시야확보를 위하여 주수량과 속도를 줄이고 전기모터의 높은 토크로 술자가 조절된 힘으로 핸드피스의 버를 움직여 고속 핸드피스에 비하여 보다 정확하고 편하게 치아 삭제할 수 있게 한다(Fig.10)¹¹⁾.

3) 좁고 깊은 인접면의 정확한 구강스캔을 위한 임상적 방법



CAD/CAM 장비를 활용하여 치아 수복물의 제작을 위한 첫 단계는 모델 및 구강 스캐너를 이용해 인상체의 삼차원적 이미지를 스캔하는 과정이다. 구강 스캐너를 사용한 구강내 광학 인상의 채득은 단시간 내 인상의 채득을 가능하고 인상 채득의 결과를 모니터 상에서 바로 확인하여 인상에 문제가 있을 때 즉시 재인상을 채득할 수 있게 한다. 또한 구강스캔으로 환자의 교합을 인기하거나 환자의 구강내 상태의 정보 수집 및 분석하는 과정 등 다양하게 활용 할 수 있다^{12,13}. 정확한 구강내 스캔을 위해서 임상가들은 우선적으로 구강내 스캐너에 대한 장단점과 한계를 파악하고 있어야 하며,

실제로 스캔 하는 과정에 대한 숙련을 필요로 한다. 특히, 치은 연하 변연으로 설정되어 있는 인접면 와동의 경우에는 타액과 혈액의 오염이 쉽게 일어나고, 이러한 인접면 변연을 정확하게 인기하는 과정은 매우 어렵다. 구강내 스캔시 광학 인상의 오류를 감소 시키기 위하여 치과의사는 구강스캐너의 위치 적용과 조작에 익숙해야 하고, 치아 와동은 구강스캔에 적합한 형태를 가지고 있어야 한다¹. 구강 스캔시 좁고 깊은 와동부위, 즉 깊은 심도를 필요로 하는 곳의 광학 인상이 정확하게 채득되고 환자의 교합이 잘 인기된다면 CAD/CAM을 활용하여 제작된 수복물의 정확도는 높아질 것이다.

CAD/CAM 수복물 제작을 위한 구강 스캔 시 체크 포인트

- ▶ 치아 형성이 적절한가?
- ▶ 좁고 깊은 와동 부위에 타액 및 혈액으로 오염된 부분은 없는가?
- ▶ 구강스캔이 연조직의 간섭 없이 위치되었는가?
- ▶ 환자의 교합이 정확하게 채득되었는가?



Fig 7. 일반적인 치과용 버로 인접면의 초기 와동 형성 후, 인접면 변연 정리를 위하여 인접면 형성용 초음파 팁을 사용한 사진. 언더컷 없이 매끄러운 인접면 와동의 형성이 가능하며, 이는 밀링시 정확도를 높이게 된다. 또한 핸드피스 헤드 부위에 해당하는 부분이 없어 간접 시야를 형성하는 것이 용이하다.



Fig 8. 치아 삭제시 치은연하 부위와 법랑질의 미세 요철 부위를 다듬거나 이행선각을 형성할 때 치아 삭제용 초음파 팁의 사용으로 매끄러운 변연을 형성하는데 도움이 된다.

다음은 좁고 깊은 인접면 와동을 가진 CAD/CAM 인레이 제작 시 구강스캔이 가질 수 있는 단점을 보완하고 장점을 살릴 수 있는 한 방법을 소개하고자 한다. 특히, 인접면의 좁고 깊은 곳을 구강스캔으로 광학 인상을 채득하였을 때, 변연부위가 깔끔하게 채득되지 않고 변연이 불규칙하게 인기되거나 치은부위와 붙어버려 어느 부위가 수복물의 변연인지 인기하지 못하는 경우가 흔하게 있다. 이를 보완하기 위하여 첫째, 리버댐을 구강스캔 할 때 이용하는 방법과 두 번째, 모델스캔을 추가하여 지대치를 병합하는 방법을 소개하고자 한다.

1. 인레이 제작을 위한 구강 스캔 시 리버댐을 이용하는 방법

- ① 교합지를 이용하여 술전 교합점을 찍은 후, 술전 상태를 스캔을 하여 bite registration을 해 둔다(Fig 11-a).
- ② 리버댐을 장착하고 치아 와동을 형성 한다(Fig 11-b).
- ③ CAD software로 술전 채득한 이미지에서 수복할 치아를 잘라내는 작업을 시행한다(Fig 11-c).
- ④ 리버댐을 장착한 상태로 인접치를 포함하여 대상치아를 재스캔한다. 이는 리버댐 장착으로 인상에 방해가 되는 혀나 뺨 등의 연조직을 배제하여 스캔이 용이하며 작업 필드가 격리되어 최소컷으로 이미지를 획득할 수 있다. 따라서 데이터의 왜곡이 최소화된다. 또한 좁고 깊은 와동부위는 스캐너의 심도가 미치지 못할 수 있는데, 리버댐으로 빛 반사가 이루어져 보다 나은 스캔 이미지를 얻을 수 있다. ⑤③과 ④의 이미지를 중첩한다(Fig 11-d). 변연부 등이 상당히 깔끔하게 채득되어진 것을 볼 수 있고 좋은 스캔 결과로 인해 변연설정을 쉽게 할 수 있다(Fig 11-e).
- ⑥ 술전 교합점을 확인하고 캐드 상에서 디자인한 인레이의 교합점이 구현되는지 확인한다. 이때, 세팅 후 교합점을 술전 교합점과 일치시킬 수도 있다(Fig 11-f).
- ⑦ 인레이 세팅 후, 기존 교합을 변화시키지 않는 이상적인 수복물을 확인할 수 있다(Fig 11-g).



Fig 9. 치아 삭제시 치은연하 부위와 법랑질의 미세 요철 부위를 다듬거나 이행선각을 형성할 때 치아 삭제용 초음파 팁의 사용으로 매끄러운 변연을 형성하는데 도움이 된다.

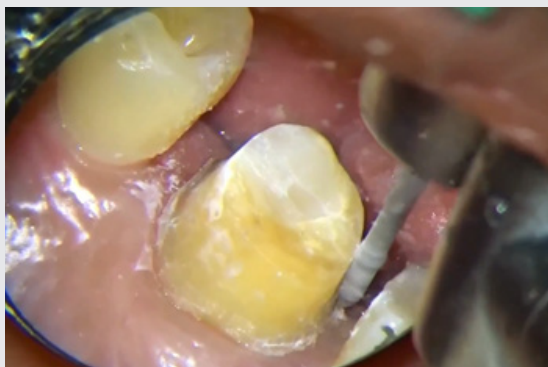


Fig 10. 상악 우측 제1대구치의 변연마진을 형성하는 사진. 회전 속도와 주수량을 낮추어 변연마진에 유리하다.

Fig 11-a.



Fig 11-b.

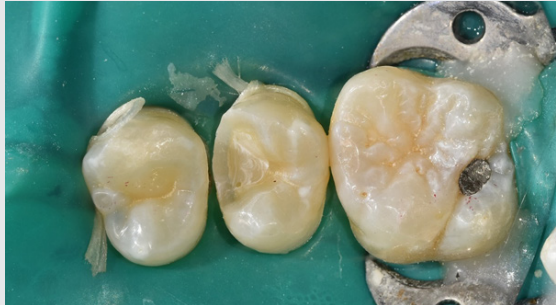


Fig 11-c.

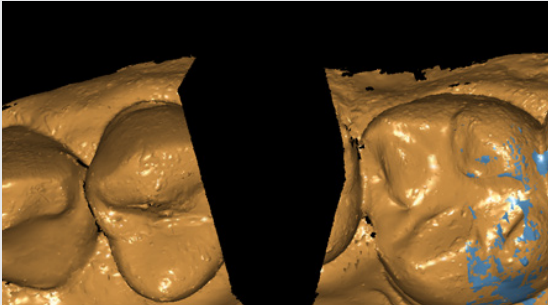


Fig 11-d.

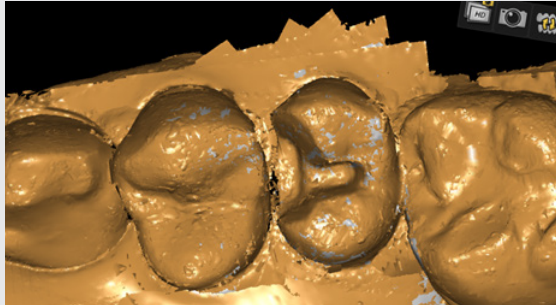


Fig 11-e.

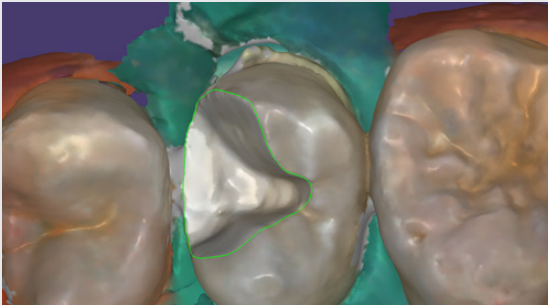


Fig 11-f.

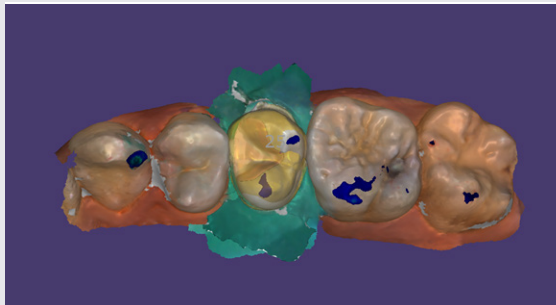


Fig 11-g.



Fig 11. 인레이 제작을 위한 구강 스캔 시 러버댐을 이용하는 방법(a~g)

Fig 12-a.

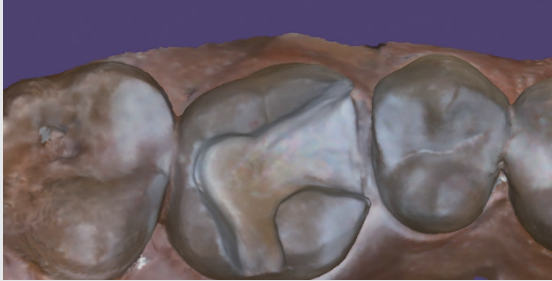


Fig 12-c

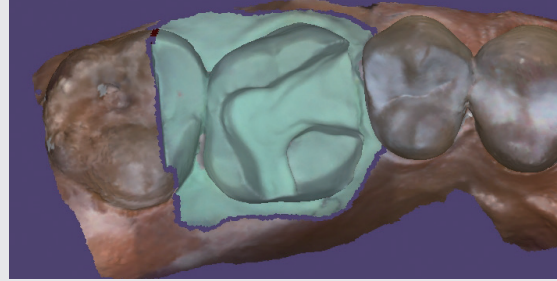
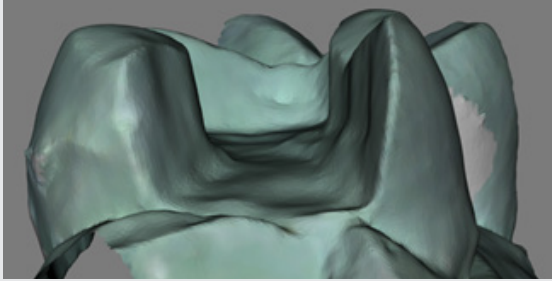
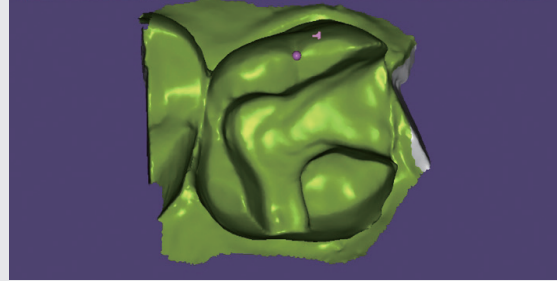
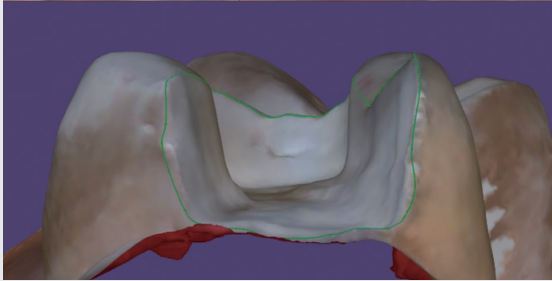
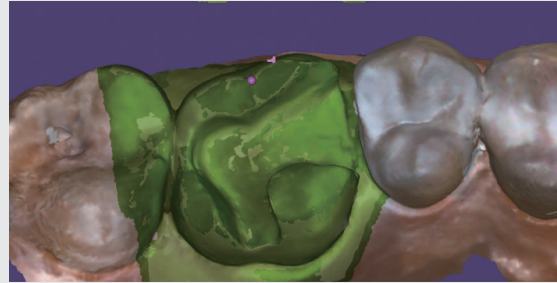
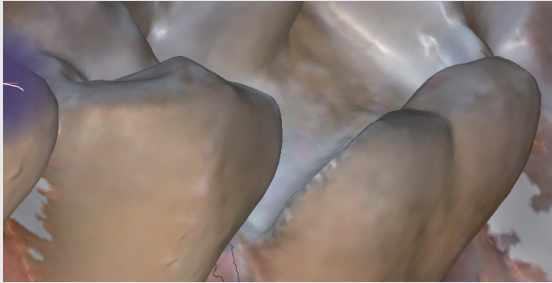
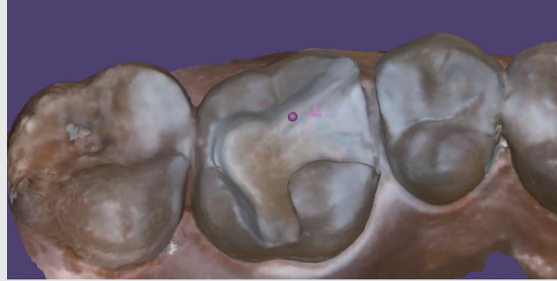


Fig 12-b.

Fig 12-d.

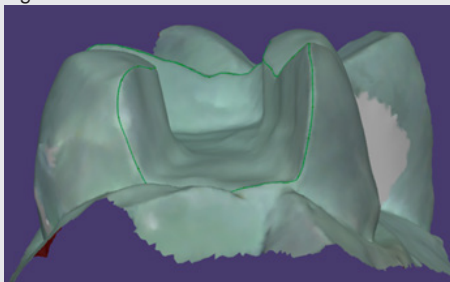


Fig 12. 모델스캔이미지를 추가로 채득하여 CAD상에서 지대치를 병합하는 방법(a~d)

2. 모델스캔이미지를 추가로 채득하여 CAD상에서 지대치를 병합하는 방법

다음은 좁고 깊은 인접면 와동을 포함한 인레이의 구강 스캔 시 깊은 부위의 변연이 제대로 채득되지 않아 불분명하고 두꺼워 거친 변연이 확인 되어 CAD상 변연의 디자인이 어려운 경우 적용할 수 있는 방법에 해당한다. 모델 스캔을 추가하여 구강 스캔으로 얻어진 이미지와 모델스캔을 통하여 얻어진 이미지로 CAD 상에서 지대치를 병합하는 방법을 통하여 변연부위를 형성하는 방법이다.

- ① 구강스캐너로 채득한 이미지에서 변연부위가 제대로 채득되지 않아 거칠고 치은부위와 결합된 변연으로 나타나고 CAD상 변연을 형성하기 어려운 상황이다(Fig 12-a).
- ② 환자에게 편측 트레이를 사용하여 인상을 채득한 후, 와동이 형성된 지대치를 중심으로 석고모형을 제작한다. 이때, 와동의 변연부위가 석고모델에 명확히 재현이 되어야 한다. 이후 지대치를 모델에서 스캐너로 스캔한다(Fig 12-b).
- ③ CAD software에서 구강 스캔을 통하여 채득한 이미지와 석고 모델 스캔 이미지를 병합(merging) 한다(Fig 12-c).
- ④ 모델 병합 후 치은측에 명확한 변연 설정이 가능해 진다(Fig 12-d). 치은연하 변연이나 좁고

깊은 변연으로 인하여 구강스캔만으로 재현되지 못하는 경우 모델스캔을 병합하여 변연 설정의 정확도를 높일 수 있다.

III. 결론

치과의사는 임상에서 여러 가지 원인으로 결손된 치아를 원래의 형태와 기능으로 복원하는 수복 치료를 매우 빈번하게 수행하고 있다. 최근 들어 다양한 수복 재료의 소개와 더불어 CAD/CAM 장비를 활용한 수복물의 제작에 이르기까지 치아 수복을 위한 새로운 방법들이 소개되고 있다. 임상가는 CAD/CAM 시스템의 기계적인 이해를 기반으로 치아 와동을 형성하여야 하며, 구강 스캐너를 활용한 인상채득의 과정은 정확성과 효율성 모두를 포함하고 있어야 한다. 그러나 성공적인 간접 수복물의 제작을 위하여 기본적인 와동 형성의 원칙과 인상 채득의 중요성은 변하지 않고 있다. 본 특집에서 소개된 제한적인 내용들이 임상가가 치아 와동을 형성할 때 추가적인 도구 및 기법의 도입으로 와동 형성의 완성도를 높이고, 구강 내 광학 인상을 채득하는데 있어 도움이 될 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):149.
2. Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater*. 2012 ;28(1):3-12.
3. Ametzel GV, Ametzel G. Design of preparations for all-ceramic inlay materials. *Int J Comput Dent*. 2006 Oct;9(4):289-98.
4. CEREC 3D preparation guidelines. Sirona
5. Keys W, Carson SJ. Rubber dam may increase the survival time of dental restorations. *Evid Based Dent*. 2017;18(1):19-20.
6. Oyster DK. Rubber dam use. *J Am Dent Assoc*. 2016;147(5):316.
7. Ntovas P, Doukoudakis S, Tzoutzas J, Lagouvardos P. Evidence provided for the use of oscillating instruments in restorative dentistry: A systematic review. *Eur J Dent*. 2017;11(2):268-273.
8. SonicLine-Sonic tips for a vast range of applications. - Komet Dent
9. Nemes J, Csillag M, Fazekas A. Advancements in dental preparation technique (literature review). *Fogorv Sz*. 2002;95(3):99-104.
10. Sola-Ruiz MF, Faus-Matoses I, Del Rio Highsmith J, Fons-Font A. Study of surface topography, roughness, and microleakage after dental preparation with different instrumentation. *Int J Prosthodont*. 2014;27(6):530-3.
11. David Little. Handpieces and Burs: The cutting Edge. Dentsply Styls ATC.
12. Yoshimasa Takeuchi, Hiroyasu Koizumi, Mika Furuchi, Yohei Sato, Chikahiro Ohkubo, Hideo Matsumura. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *Journal of Oral Science*, 2018;60(1):1-7.
13. KimRyeo-Woon, JangGeun-Won, HeoYu-Ri, SonMee-Kyoung. Understanding and Application of Digital Impression in Dentistry. *Korean Journal of Dental Materials*. 2014;41(4):253-261.