

투고일 : 2012. 2. 16

심사일 : 2012. 2. 20

게재확정일 : 2012. 2. 23

CAD/CAM 시스템을 이용한 Custom abutment의 제작

경희대학교 치의학전문대학원 치과보철학교실

김형섭

ABSTRACT

Fabrication of custom abutment using dental CAD/CAM system

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University

Kim Hyeong-Seob, DMD,Ph.D

CAD/CAM systems (computer-aided design / computer-aided manufacturing) used for decades in restorative dentistry have its application to implant dentistry. This study aimed to overview CAD/CAM systems used implant dentistry, especially emphasizing custom implant abutments manufacturing. CAD/CAM custom abutments present the advantages of being specific to each patient and providing a better fit than the stock and cast custom abutments. This cutting edge technology of virtual-designed and computer-milled implant abutments will likely replace traditional implant restorative protocols and become the standard for implant dentistry in the foreseeable future.

Key words : CAD/CAM custom abutment, stock abutment, cast custom abutment

I. 서론

CAD/CAM(computer-aided design/computer aided manufacturing) 시스템은 1971년 Dr. Duret이 치과계에 처음으로 도입하여 최초의 치과용 CAD/CAM 시스템이라고 할 수 있는 Sopa 시스템을 개발하였고, Dr. Mörmann이 chairside CAD/CAM 시스템인 CEREC 시스템을 개발하여 현재까지 전세계적으로 가장 많은 유저들을 확보하고 있다. 또한 Dr. Andersson이 밀링 센터 개념을 도입하여 Procera 시스템을 개발하여 현재까지 이어오고 있다고 할 수 있다^{1,2)}.

최근에는 임플란트 영역에서 치과용 CAD/CAM 시스템이 단순히 상부 치관제작에 응용되기 보다는 임플란트 abutment 및 CT와 intraoral scanner를 기반으로 하는 diagnostic template 제작에 까지 폭 넓게 활용되고 있다³⁾.

이 글에서는 CAD/CAM 시스템을 이용한 custom abutment를 기존에 사용하고 있던 stock abutment와 cast custom abutment와 비교 고찰하고 CAD/CAM custom abutment의 제작 의뢰시 꼭 알아야 할 사항들에 대해 논하고자 한다^{4,5)}.

II. CAD/CAM custom implant abutment

전통적인 implant abutment 종류로는 stock abutment와 cast custom abutment로 나눌 수 있으며, 이용가능한 재료로는 titanium, 귀금속 또는 알루미늄이나 지르코니아 같은 ceramics이다. 일반적으로 stock abutment는 회사에서 제공되는 형태를 그대로 사용하거나 최종 형태로 만들기 위해 삭제도구를 이용해서 형태를 변화시킨다. Stock abutment의 장점은 가격이 저렴하다는 것이다. 임플란트의 식립 위치, 각도와 깊이가 이상적이라면 stock abutment를 형태 수정없이 사용하거나, 수정을 하더라도 최소로 할 수 있기 때문에 삭제 시간이 작다. 하지만, 형태 수정을 많이 해야할 경우에는 구강내에서 직접 시행하기에는 제한적이고 모형상에서 해야 하며, 형태가 수정된 abutment를 최종적으로 인상을 채득하기 위해 마

취와 치은압배사를 이용해야 한다.

Stock abutment의 주된 단점은 형태가 전체적으로 원형으로 되어있다는 것이다(그림 1). 특히 단일치 같은 경우에는 회전에 저항성을 주기 위해 groove나 편평한 면을 부여해주어야 한다. 대체하고자 하는 치아의 단면과 다르기 때문에 emergence profile이 임플란트의 platform에서 시작하는 것이 아니라 stock abutment상에 형성한 finish line상에서 시작되기 때문에 abutment에서 상부 보철물로 이행되는 gingival transition이 자연스럽게 이행되지 못하기 때문에 연조직의 지지가 부족한 경우도 있다. 또한 임플란트의 식립위치가 이상적이지 않아 abutment의 삭제를 많이 한 경우 유지력이 부족한 경우도 있다.

Cast custom abutment는 wax sleeve에 최종 abutment 형태로 wax-up을 하고 주조를 하기 때문에 환자 개개 치아의 형태에 맞게 제작이 가능하다는 것이다. Custom abutment의 gingival

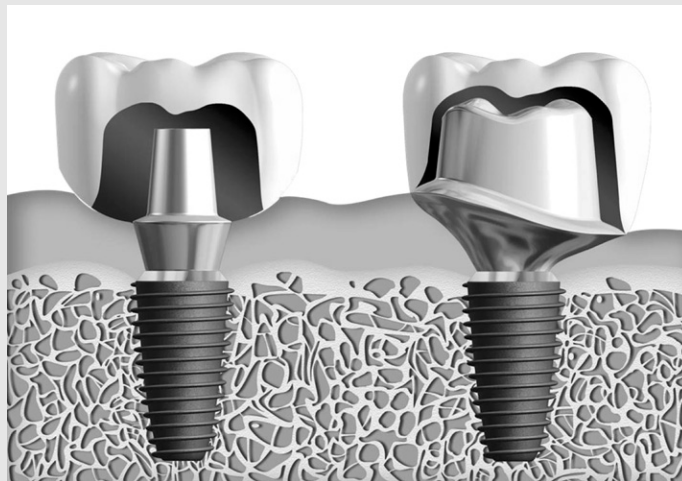


그림 1. Stock abutment의 주된 단점은 형태가 전체적으로 원형으로 되어있다는 것이다. 대체하고자 하는 치아의 단면과 다르기 때문에 emergence profile이 임플란트의 platform에서 시작하는 것이 아니라 stock abutment상에 형성한 finish line상에서 시작되기 때문에 abutment에서 상부 보철물로 이행되는 gingival transition이 자연스럽게 이행되지 못하기 때문에 연조직의 지지가 부족한 경우도 있다. 그러나, CAD/CAM custom abutment는 scallop margin line으로 치은 경계부를 따라 이상적으로 형성할 수 있기 때문에 치은연하로 깊게 들어간 부분이 없어 과량의 시멘트 제거가 용이하다.

transition은 임플란트 platform에서 시작되므로 emergence profile이 급격하지 않고 자연스럽게 형성할 수 있다. 임플란트의 식립 경사가 심해도 이상적인 보철물의 형태에 맞춰 abutment의 제작이 가능하므로 임플란트 주위 연조직의 지지가 가능해 심미적인 보철물이 가능하다.

하지만, cast custom abutment는 waxing, casting, milling과 finishing의 전통적인 기법을 이용하기 때문에 다음과 같은 단점들이 있다.

- 1) 경제성이 없고 제작에 걸리는 시간이 많다. 임플란트 component 뿐 아니라 주조 금속이 주로 귀금속을 사용하기 때문에 경제성이 없다. 물론 최근에는 CCM(Cr-Co-Mo) 금속을 시도하기도 하지만 효용성은 아직 과학적으로 검증되기에 는 시간이 필요할 것이다.
- 2) Implant-abutment interface가 정밀하지 않을 수 있다. 매몰, 주조, 마무리의 과정을 수작업으로 하기 때문에 quality control이 필요하며, 좀 더 정밀한 interface를 얻기 위해 premachined component를 사용하면 경제

성이 떨어진다.

CAD/CAM 시스템을 이용하여 제작하는 custom abutment는 stock abutment와 laboratory processed custom abutment의 장점을 다 가지고 있다. Cast custom abutment와 같이 개개 환자에 맞춤으로 제작되지만 수작업이 아니라 대부분 milling center에서 기계로 제작되기 때문에 항상 일정한 결과와 생산성을 확보할 수 있으며, 기공사의 learning curve도 수작업으로 제작하는 cast custom abutment보다 가파르지 않다. 기공사는 CAD 소프트웨어를 이용하여 abutment를 환자 개개인에 맞춰 디자인하고 디자인된 파일이 NC milling machine으로 전달되어 titanium이나 ceramic block을 이용하여 절삭가공하게 된다. Waxing, investing, casting 시에 생기는 필연적인 체적의 변화가 없기 때문에 CAD/CAM을 이용한 절삭 가공은 기법은 우수한 가공 정밀도 및 적합도를 보여주고 있다. 표 1에 이용가능한 CAD/CAM custom abutment 시스템이 나와 있다.

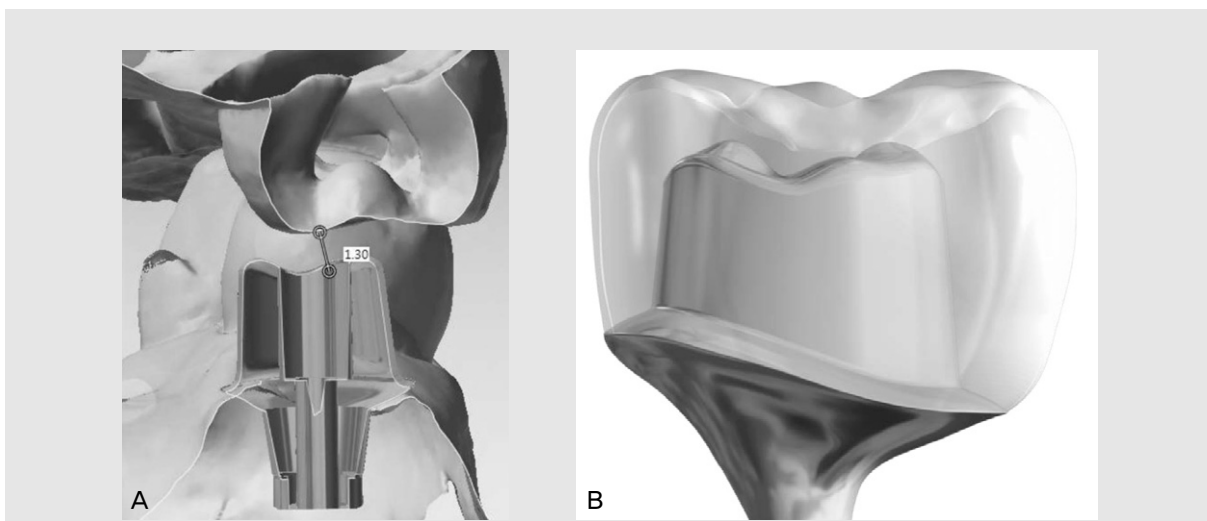


그림 2. A, B 기존 stock abutment를 사용하는 경우 보다 귀금속 사용량을 줄일 수 있으며, 상부 porcelain의 두께를 일정하게 할 수 있으므로 파절의 위험성을 감소시킬 수 있다.

표 1. CAD/CAM custom abutment 시스템 및 제조회사들

CAD/CAM 시스템	제조회사	Implant 보철물 형태	재료
Procera	Nobel Biocare	Abutment, Fixed partial denture framework, Milled bar	Titanium, Alumina, Zirconia
Atlantis	Astra Tech	Abutment	Titanium Titanium with gold coating Zirconia
Encode	Biomet 3i	Abutment	Titanium Titanium with gold coating
CARES	Straumann	Abutment	Titanium, Zirconia
Etkon	Straumann	Fixed partial denture framework, Abutment	Titanium, Zirconia
Compartis	Dentsply Frident	Abutment	Titanium, Zirconia
Myplant	Raphabio	Abutment, Fixed partial denture framework, Milled bar	Titanium
I-Fit	Dio	Abutment	Titanium
CustomFit	Osstem	Abutment	Titanium
Zfx	Zfx	Abutment, Fixed partial denture framework, Milled bar	Titanium, Zirconia

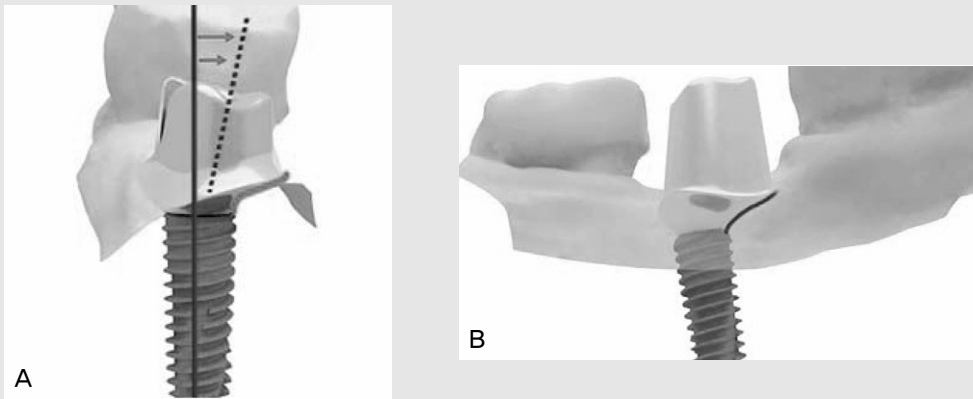


그림 3. A, B 임플란트의 식립 위치, 각도, 깊이 등이 다양해도 수정이 용이하다.



그림 4. 상악 좌측 제1대구치가 상실된 경우로 Implantium 임플란트가 식립되어 있다.

임상가를 위한 특집 2

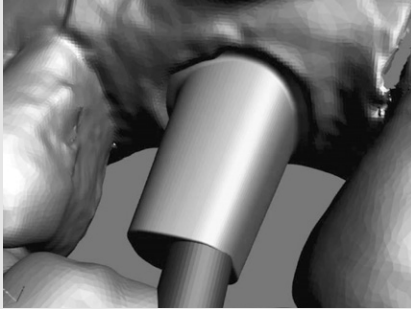


그림 5. CAD 상에서 custom abutment를 디자인하는 과정으로 임플란트 식립 각도, margin 위치 등을 고려해서 디자인한다.

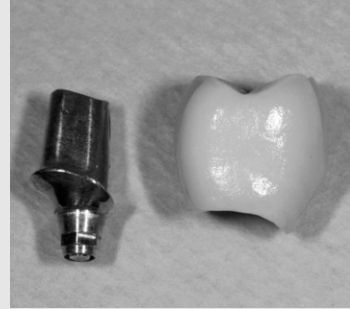


그림 6. CNC milling으로 제작된 custom abutment와 지르코니아 상부 보철물



그림 7. CAD/CAM custom abutment가 구강내 장착된 상태



그림 8. 지르코니아 상부보철물이 장착된 상태로 주위 치아와 조화로운 모습을 보이고 있다.

CAD/CAM custom abutment의 장점은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 1) 개개 치아의 emergence profile에 최적화를 할 수 있다.
- 2) 기존 stock abutment를 사용하는 경우 보다 귀금속 사용량을 줄일 수 있으며, 상부 porcelain의 두께를 일정하게 할 수 있으므로 파절의 위험성을 감소시킬 수 있다(그림 2).
- 3) Scallop margin line으로 치은 경계부를 따라 이상적으로 형성할 수 있기 때문에 치은연하로 깊게 들어간 부분이 없어 과량의 시멘트 제거가 용이하다(그림 1).
- 4) 유지와 지지형태를 최적화할 수 있다.
- 5) 임플란트의 식립 위치, 각도, 깊이 등이 다양해

도 수정이 용이하다(그림 3).

- gold UCLA abutment 보다 생체 적합성이 좋다. 경사가 심한 경우에는 stock abutment를 이용할 수 없는 경우도 있다. 최적의 abutment를 선택하기 위해 구강내에서 abutment selection kit를 이용해서 abutment를 선택하거나, 모형상에서 선택할 필요가 없으므로 전체적인 치료시간을 줄일 수 있다.
- 6) 환자 정보 관리로 재인상없이 간편하게 재제작이 가능하다.

CAD/CAM custom abutment를 이용한 임상연구들은 아직 많지 않지만 Henriksson과 Jemt의 연

구와 Canullo의 연구에 의하면 12~44개월 동안 임플란트와 상부보철물에 특별한 합병증과 실패를 보이지 않았다고 하였지만, 국산 CAD/CAM custom abutment에 관한 자료들은 거의 없으므로 좀더 체계적인 자료 수집과 각 구성품간의 적합도에 대해 과학적인 검증이 필요하다고 생각된다^{6,7)}.

III. CAD/CAM custom implant abutment 제작시 고려사항(그림 4~8)

CAD/CAM 시스템은 기본적으로 다음의 3가지 구성요소로 구성되어 있다.

- 1) 구강내 정보를 얻기 위한 data capture 또는 scanning 과정 : 가상 모형을 만들기 위한 과정으로 일반적으로는 통법대로 fixture level의 임플란트 인상을 채득하고 제작된 작업모형상에 scan body를 장착하고 laboratory용 scanner로 정보를 얻는다. 또 다른 방법으로는 인상재와 작업모형의 제작없이 i-Tero 같은 intraoral scanner를 이용하여 가상모형을 얻는다.
- 2) CAD 프로그램을 이용하여 가상의 모형상에서 환자 맞춤형 abutment를 디자인하는 과정 : 최종 보철물의 종류 및 교합면 재료, emergence profile과 치은과의 관계를 고려한 finish line의 위치 및 두께 등을 고려해서 abutment를 디자인한다. Abutment 디자인시 참고가 되는 정보로는 작업모형상에서 최종보철물 형태로 왁스업을 한 후 이를 다시 scan하여 cut-back을 하기도 하지만 대부분의 시스템에서는 다양한 치아 형태들을 가지고 있는 tooth library에서 적절한 치아를 가지고 오거나 mirror 이미지를 이용하여 반대측 악궁내의 치아형태를 참고하기도 한다.
- 3) CNC milling machine으로 절삭가공하는 과

정 : 대부분의 CAD/CAM custom abutment는 기공실 단위의 소형 millig machine이 아니라 중대형의 milling machine을 가지고 있는 milling center에서 가공이 이루어지고 있다. 더욱 정밀한 milling machine을 이용함으로써 가공적합도가 좋은 custom abutment를 대량 생산할 수 있다.

CAD/CAM custom abutment를 제작 의뢰시 꼭 점검해야 할 사항들은 다음과 같다(그림 9).

- 1) 식립된 임플란트의 제조회사, 제품명, 직경
- 2) 부위별 abutment의 margin 형태와 위치: abutment와 임플란트 주위 치은과의 관계에 따라 equigingival, subgingival, supra gingival margin을 표시하고, 위치를 표시한

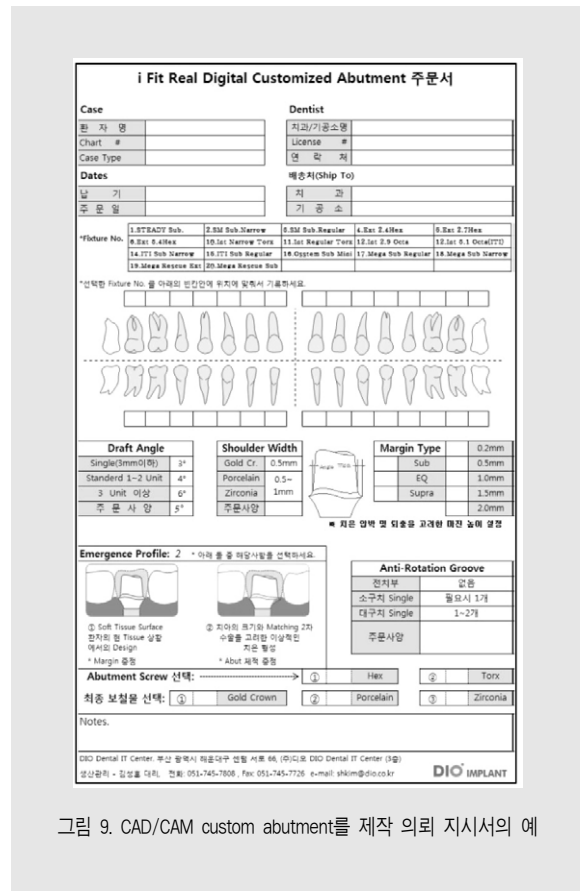


그림 9. CAD/CAM custom abutment를 제작 의뢰 지시서의 예

임상가를 위한 특집 2

다. Astra Tech사의 Atlantis 시스템은 기본적으로 소프트웨어 상으로 협측 부위는 1.0mm subgingival margin, 치간부위는 0.75mm subgingival margin, 설측 및 구개측 부위는 0.5mm subgingival margin으로 설정되어 있다. 이때 대부분의 gum 성형은 impression coping에 의해 채득된 원형의 형태에서 이상적인 치아의 형태를 고려해서 모형상에서 이루어지고, 이를 바탕으로 margin의 위치를 만드므로 abutment를 처음 구강내에 장착할 때는 압박되는 부위가 생기므로 환자가 통증을 호소하기도 하고 모형상에서 만든 예상 margin의 위치와 실제 abutment를 구강내에 장착하고 난 후의 margin의 위치가 다를 수 있으므로, 심미적으로 중요한 부위에서는 임시보철물로 치은을 이상적인 emergence profile이 생기도록 성형한 후 이 정보를 작업모형과 가상 모형상에 재현하고 abutment를 제작하는 것을 추천한다.

3) Abutment의 convergence angle, margin width

- 4) 최종보철물의 형태 및 교합면 재료
- 5) 추가적인 유지력이 필요한 경우에는 groove 형성 유무
- 5) CAD로 디자인된 형태를 술자가 직접 확인하고 수정할 수 있어야 한다. 제조회사에 따라서는 STL file을 PDF file에 embedding 시켜 술자가 디자인된 상태를 확인하거나 web-based service를 제공하기도 한다(그림 10).

IV. 결론

임플란트 보철 수복에 있어서 적합도가 우수하고 환자 개개인의 환경에 맞는 custom abutment의 제작은 높은 임플란트 장기간 성공율과 고도의 심미성을 요구하는 증례에서 기본적인 전제조건이다. 이러한 custom abutment는 CAD/CAM 시스템을 이용하여 제작이 가능하며, 앞으로 멀지 않은 장래에 임플란트 보철수복의 표준으로 자리잡을 것이라 생각된다.



그림 10. CAD로 디자인된 형태를 술자가 직접 확인하고 수정할 수 있어야 한다. 제조회사에 따라서는 STL file을 PDF file에 embedding 시켜 술자가 디자인된 상태를 확인할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD/CAM in dentistry. J Amer Dent Assoc 1988;117:715-20.
2. Mörmann WH. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. Int J Comput Dent. 2004;7:11-24.
3. Voitik AJ. CT data and its CAD and CAM utility in implant planning: part I. J Oral Implantol. 202;28:302-303.
4. Priest G. Virtual-designed and computer-milled implant abutments. J Oral Maxillofac Surg. 2005;63:22-32.
5. Kapos T, Ashy LM, Gallucci GO, Weber HP, Wismeijer D. Computer-aided design and computer-assisted manufacturing in prosthetic implant dentistry. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24(suppl):110-117.
6. Henriksson K, Jemt T. Evaluation of custom-made procera ceramic abutments for single-implant tooth replacement: A prospective 1-year follow-up study. Int J Prosthodont 2003;16:626-630.
7. Canullo L. Clinical outcome study of customized zirconia abutments for single-implant restorations. Int J Prosthodont 2007;20:489-493.