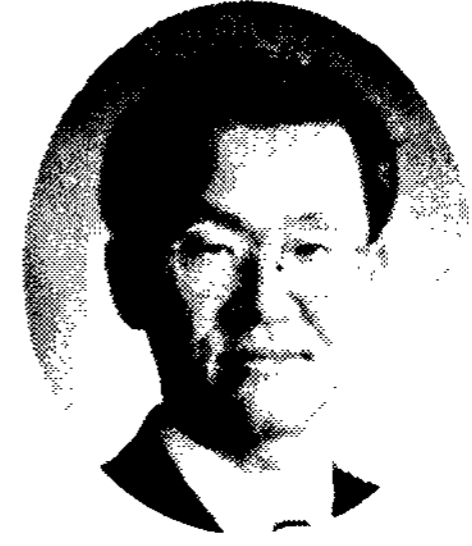


Autotransplantation:
자가치아이식을 위한 Computer-Aided
Rapid Prototyping의 임상적 적용

이승종 교수
연세대학교 치과대학 보존과



I. 서론

자가치아이식은 이용 가능한 donor tooth가 있을 때 소실된 치아를 수복하는 치료의 한 방법으로써 그 예후에 영향을 미치는 주요 인자들로는 donor tooth의 치근면에 존재하는 건전하고 생활력 있는 치주인대 세포의 유지라고 할 수 있으며 이것은 donor tooth의 구강외 노출시간에 많은 영향을 받는다(1, 2, 3). 예후와 연관된 또 다른 중요요소로는 recipient site 조직과 이식된 치아의 치근면사이의 거리로써 recipient site와 긴밀한 접촉이 이루어져야 치주인대 세포로의 영양과 혈류 공급이 잘 이루어져 자가이식의 성공률을 높일 수 있게 된다(4). 피이식 치조골을 donor tooth에 맞게 성형하는데 있어서 종전에는 donor tooth를 먼저 발거한 후 치조골을 성형했기 때문에 구강외 노출시간이 많이 걸렸기 때문에 저자 등은 computer prototyping을 이용하여 미리 donor tooth와 똑같은 모델치아를 제작하는 시도를 하였다(5, 6).

본 강좌에서는 자가치아이식술 시 치아의 구강외 노출시간을 줄이고 donor tooth와 recipient site 치조골 사이의 접합을 개선시키기 위하여 Computer-Aided Rapid Prototyping(CARP)을 이용하여 시술한 결과 양호한 결과를 얻었기에 이를 소개하고자 한다.

II. 술식

1. 술전준비

1) Donor tooth와 recipient site의 술 전 검사

술 전에 CT 방사선학적 검사를 통해 donor tooth와 recipient site 골을 상세히 검사한다. 이 과정에서 donor tooth가 recipient site에 잘 적합될 지를 결정하기 위해 donor tooth의 폭과 길이를 측정하고 하치조 신경관이나 상악동과 같은 해부학적으로 조심해야할 구조들의 여부를 검사한다(그림1).

2) Donor tooth 모델의 제작

Donor tooth 모델 제작을 위하여 먼저 Denta Scan program (Milwaukee, U.S.A)과 CT High-speed Advantage™을 이용하여 발거할 치아의 3-D data를 얻은 후 computer prototyping을 이용하여 resin이나 starch로 치아 model을 제작한다(그림 2).

CT 데이터에서 3차원 모델을 만드는 방법에 대하여

치아 transplantation 수술을 도와주는 치아 3차원 모델 제작을 위해서는 몇 가지 단계가 필요하다. 첫째, 2차원 단면 CT 데이터를 확보하고 이를 3차원 모델링을 할 수 있는 컴퓨터로 불러 들이는 단계 둘째, 3차원 모델링 소프트웨어를 이용하여 2차원 단면 영상들로부터 3차원 영상을 만들어 내는 단계 셋째, 3차원 의료 영상을 Rapid Prototyping이라는 기술을 이용하여 실물로 제작하는 단계

1. 최근 의학용 진단 장비인 CT, MRI 등에서 나오는 digital 데이터는 DICOM이라는 표준 포맷을 따른다. 이러한 DICOM 포맷의 의학 영상들은 네트워크를 통해 자유롭게 이동되어 보여지며 digital형태로 계속 저장될 수 있다. 치아를 3차원으로 제작하려면 비교적 정밀한 CT scanning이 필요하며 현재 사용하는 CT protocol은 1mm slit thickness에 pitch 1.5, 그리고 1mm slice distance 이다. 치아 부분을 scan한 단면 데이터는 수십 장에 이르며 이를 한꺼번에 컴퓨터가 읽어서 3차원을 모델링한다.
2. 2차원 단면 영상을 쌓아서 3차원 영상을 만들어내는 소프트웨어는 국내 3차원 의료 영상 소프트웨어 전문 기업인 (주)사이버메드가 개발한 V-worksTM 을 이용하였다. V-worksTM은 Marching Cube라는 알고리즘을 사용하며 표면 렌더링(Surface Rendering)을 통해 3차원 솔리드 모델을 생성시킨다. V-worksTM 은 Visual C++ 6.0(Microsoft사)을 이용하여 개발되었으며 CT, MRI, 3D 초음파 촬영 단면 영상에서부터 3차원 솔리드 모델을 재구성한 후에 이를 웹상에서 브라우징할 수 있는 VRML 포맷, Rapid Prototyping 장비를 이용해 실물모형을 제작할 수 있는 STL 포맷 등으로 3차원 영상을 export할 수 있다.

V-worksTM에서 치아의 3차원적 영상을 얻기 위해서는 구강 부분의 CT scan 단면 영상을 load한 후 밀도값의 차이를 통해 치아 부분을 bone 조직이나 skin조직에서 segmentation한다.

Segmentation 기능을 이용하여 치아 부분과 치아가 박혀 있는 socket 부분의 형태를 분리한 후 각각을 3차원으로 모델링한다.

3. V-worksTM 에서 모델링된 3차원 영상은 STL 포맷으로 export된다. STL 포맷은 쾌속조형기술(Rapid Prototyping)에서 사용되는 3차원 영상의 표준 포맷이다. STL 포맷은 Rapid Prototyping 장비에 loading되어 실물 3차원 모형을 그대로 재현하여 제작되는 것이다.

치아 및 socket부분에 대한 STL형태의 3차원 영상을 Rapid Prototyping 장비에서 읽어서 바로 실물로 제작하게 된다.

3) Recipient site 악골 모델에서의 시술 준비

역시 computer prototyping을 이용하여 제작한 악골 모델상에서 recipient site의 협설 길이가 donor tooth의 크기를 수용할 수 있는지, 그리고 교합이 잘 될지 등을 미리 평가 한다. 이 과정은 실제 수술하기 전 시술자가 recipient site 골을 어떻게 형성할지 미리 생각할 수 있도록 도움을 준다.

2. 수술

통법대로 국소 마취한 후 recipient site에 피관을 열고 recipient site 골에 모델치아가 잘 적합되고 적

절한 교합을 이룰때 까지 surgical bur를 사용하여 조심스럽게 골성형을 한다. Donor tooth를 발거하기 전에 가급적 근관치료를 완료하는 것이 좋다. 발치 시엔 치아에 최소의 손상이 가도록 하고 가급적 치근면에 손상이 가지 않도록 주의하여 형성된 골와 내로 치아를 옮긴다. 이때 근관치료에 따른 실패를 예방하기 위해 치근단 절제술과 역충전을 할 수도 있다. 만일 치주적 문제로 발치를 하거나 큰 골 결손이 있을 시에는 바로 이식하지 않고 48주간 골치유를 시킨후 이식한다. 고정은 wire-resin splint로 상태에 따라 2-8주 동안 시행하는데 유지가 좋을때에는 봉합사와 치주팩 만을 이용하여 고정하기도 한다.

3. 술후 관리

항생제를 7-14일간 투여하고 필요시 진통제도 함께 처방한다. 1주간 Chlorhexidine 0.1% (Hexamedin TM)로 구강세척 하도록 하고 1주일 후 periodontal pack과 봉합실을 제거한다.

4. 평균 구강외시간 및 적합도

CARP를 사용한 72개의 임상증례에서 평균구강외시간을 측정한 결과 평균 구강외노출시간은 6.7분이었고 최대 48개월까지의 재검 결과 치근흡수의 소견은 보이지 않았다. 또한 이식된 치아와 recipient site로의 적합도를 평가하기 위해서 치조골과 치근면 사이의 4 부위(근심치경부, 근심치근단, 원심치경부, 원심치근단)를 술 후 방사선사진을 통하여 측정한 평균거리는 근심치경부가 1.2mm, 근심치근단이 1.0mm, 원심치경부는 1.2mm, 원심치근단이 1.2mm였다. 원심측보다 근심측에서 좀 더 증가된 적합도를 보이는 것도 흥미로운데 이는 아마도 만족된 원심치근을 위해 좀 더 많은 공간을 필요로 하기 때문인 것 같다. 그러나 치아 재식술시 치조골과 치근면 사이 거리의 critical distance 관해서는 아직 알려진 바가 없어 앞으로의 숙제로 남아있다. 결론적으로 72개의 임상증례의 결과를 통해 자가치아 이식술시 CARP과정이 구강외 노출시간을 줄일수 있을 뿐만 아니라 donor tooth와 recipient site 치조골 사이의 거리를 감소시켜 자가치아 이식술의 성공률을 높일수 있음을 알 수 있었다.

5. 수술을 위한 고려사항

1) Periodontal status

Residual inflammation

발치후 이식수술 까지의 시간적 간격

치조골 파괴가 심하여 수용골이 너무 함몰된 경우

전체적인 치주 관리 능력

2) Donor tooth 의 형태

충분한 치근의 길이 및 크기

수용 부위에의 적합성(길이 및 폭)

발치의 용이성

근관치료의 접근성

3) Recipient bone 상태

공여치와 대비한 수용골의 폭

Ridge augmentation 또는 Split bone expansion 필요 여부

4) 해부학적인 구조와의 간섭

하치조신경관

상악동

5) Medical Complication

6. 앞으로의 연구 방향

1) 자기 치아의 장기 저장 후 이식

2) 치주질환 치아의 발치 후 단기 보관 후 재식

3) 타가 치아이식

4) 조직공학을 이용한 자가 치아의 제작

IV. References

1. Andreasen JO. Interrelation between alveolar bone and periodontal ligament repair after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *J Periodont Res* 1981; 16(2): 228-35.
2. Andreasen JO. Periodontal healing after replantation and autotransplantation of incisors in monkeys. *Int J Oral Surg* 1981; 10(1): 54-61.
3. Hammarstrom L, Blomloef L, Lindskog S. Dynamics of dentoalveolar ankylosis and associated root resorption. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 163-175
4. Nethander G. Oral restoration with fixed partial dentures on transplanted abutment teeth. *International J Prosthodont* 1995; 8(6): 517-26.
5. 이승종, 정일영, 금기연. 자가치아이식을 위한 Computer-Aided Rapid Prototyping의 임상적 적용. *대한치과 의사협회지* 2000;38:994-996
6. Lee, Seung-Jong, Jung, Il-Young, Lee Chan-Young, Choi, Seong Yong, Kum, Ki-Yeon Application of Computer-Aided Rapid Prototyping for Tooth Transplantation. *J Dental Traumatology* 2001; 17: 114-119

약력

서울대학교 치과대학 졸업 및 석.박사

미국 미네소타대학교 근관치료 수련 및 석사

현 연세대학교 치과대학 보존과학 교수

현 아시아태평양 근관치료 연맹 회장

현 Diplomate, American Board of Endodontics