

# 3차원 디지털 시스템을 이용한 턱교정 수술

고려대학교구로병원

김충남, 김수호, 임호경, 이의석

## ABSTRACT

### 3D computer-assisted orthognathic surgery

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Korea University Guro Hospital  
Choong Nam Kim, Soo Ho Kimm, Ho Kyung Lim, Eui Seok Lee

Orthognathic surgery is designed to correct problems of the jaw and face and restore facial harmony. The limitations of orthognathic surgery occur at all steps of the surgical workflow: preoperative planning, simulation, and operation. Many studies have shown the accuracy and advantages of 3 dimensional computer-assisted program for orthognathic surgery. The purpose of this paper is to introduce the accuracy of the maxillary repositioning in patients who underwent orthognathic surgery using a 3 dimensional computer assisted surgery program. The reliability of computer guided orthognathic surgery using splint and surgical guide need to be improved further. The 3 dimensional computer assisted analysis seems to be more precise to interpret than two-dimensional analysis. High-precision planning of orthognathic surgery has predictable results. Three-dimensional computer assisted orthognathic surgery has the following advantages : planned surgical movement is possible, splints guide with CAD/CAM technology; and increase predictable results .Computer assisted simulation surgery ensures accuracy during surgery, thereby facilitating predictable results. It may provide solution that enables surgeon to perform planned surgery more accurately.

Key words : 3D computer, orthognathic surgery

Corresponding Author

이의석 Eui Seok Lee

고려대학교구로병원

E-mail : ees225@hanmail.net

## I. 서론

턱교정 수술이 성공적인 결과를 얻기 위해서는 정확하고 올바른 술 전 계획을 수립하여야 할 뿐만 아니라, 술 전 계획에 따른 수술 준비가 정확하게 이루어져야 한다. 수술 진단 후 모형 수술(Model Surgery)과 wafer 제작이 수술 진단에 정확하게 일치할수록 임상가가 원하는 대로 수술 진행이 가능하고, 좋은 결과를 얻을 수 있다. 기존에 사용하던 방법인 모형수술은 그 과정상에서 많은 오차가 발생할 소지가 있으며, 이러한 오차를 줄이고 예지성을 높이기 위하여 3D digital guide system을 이용한 턱교정 수술이 점차 확립되고 있다.

3D CT와 scanning 등 다양한 digital guide system의 발전에 따라, 턱교정 수술 진단과 치료계획의 수립을 간편하게 할 수 있게 되었을 뿐만 아니라 수술이 훨씬 정확하게 되었다. 따라서 수술시간이 훨씬 빨라졌고, 수술 후 안정성 및 예지성이 높아지게 되었다. 이러한 digital guide system의 발전에 따라 모형 수술이 필요 없어졌고, 수술 시 사용되는 wafer의 제작이 정교하게 되었다. 경우에 따라서는 상악 고정용 wafer가 필요 없이, 상악골 표면에 적합하는 턱교정 수술용 형판(template)을 이용하여 골절단되어 이동된 악골의 위치를 바로 고정함으로써 수술이 더욱 편리하게 되었다. 특히, 비대칭이 있는 경우 악골의 3차원적인 이동을 컴퓨터 프로그램 상에서 쉽게 조절할 수 있게 되어 심미적인 결과를 얻을 수 있게 되었다.

본 원고에서는 골격성 부정교합 및 비대칭 환자에서, 교합기에 마운팅한 모형 등을 이용한 기존의 방법과 digital guide system을 이용한 새로운 방법을 비교하고 해당하는 실제 턱교정 수술 증례를 살펴보고자 한다.

## II. digital guide system을 이용한 턱교정 수술

기존의 방법에서는 측모 두부방사선계측사진 분석과 3차원 영상분석 진단에 따른 수술 계획을 환자의 악골 모형상에서 재현하고 재현된 모형 상에서 악골의 이동에 따른 surgical wafer를 제작한다. 모형수술에서는 FH line과 같은 기준 평면을 확립하고 모의 수술을 재현하여야 실제 수술과의 오차를 줄일 수 있다. 따라서 안궁(face bow)를 이용한 중심교합으로 상하악 모형을 교합기에 고정한다. 고정된 상하악 모형에 기준 평면에 따른 골절단선을 그린 후 상악모형 골절단을 시행한다. 술자가 계획한 상악골의 변화량에 따라 상악 모형을 이동하고 resin을 이용하여 intermediate wafer를 제작한다. 이러한 기존의 방법은 실제 수술에서의 골절단 방향과 위치가 환자의 악골을 재현한 model에서 이루어지는 통상적인 모델 수술과 다를 수 있으므로 실제 수술 이동량과 오차가 발생할 수 있는 여지가 있다. 또한 2차원 두부방사선계측치는 횡단면에 대한 정보의 차이로 인하여 3차원 분석에 비하여 왜곡된 정보를 담게 되므로 길이와 각도 등이 실제와 다를 수 있으며, 비대칭 환자의 경우 2차원적 평면 방사선 사진의 계측치는 왜곡이 더욱 심할 수 있다.

3D digital guide system을 이용한 방법의 경우 CT(Computed Tomography)를 촬영하여 두경부의 3차원적인 정보를 digital guide program에 적용한다. 3차원CT상에서의 악골의 이동량과 비대칭 분석을 종합하여 수술 계획을 세우고, 3차원 digital guide program에서 악골 이동량에 따른 모형 수술을 시행하여 intermediate wafer 및 final wafer를 제작한다. 과거에는 milling machine을 이용하여 제작하였으나 최근에는 3D 프린터를 통해 polymer를 조사하여 wafer를 제작한다(그림1). 3차원 프로그램을 이용한 모의 수술에서는 프로그램 상에서 가상의 악골 이동을 자유롭게 조절할 수 있으므로 편리하다. 프로그램 상에서 술자가 원하는 3차원적 해부학구조물에 대한 분리 작업뿐만 아니라 rolling, yawing, twisting, sifting 등 3차원적인

다양한 움직임이 가능하게 되었다.

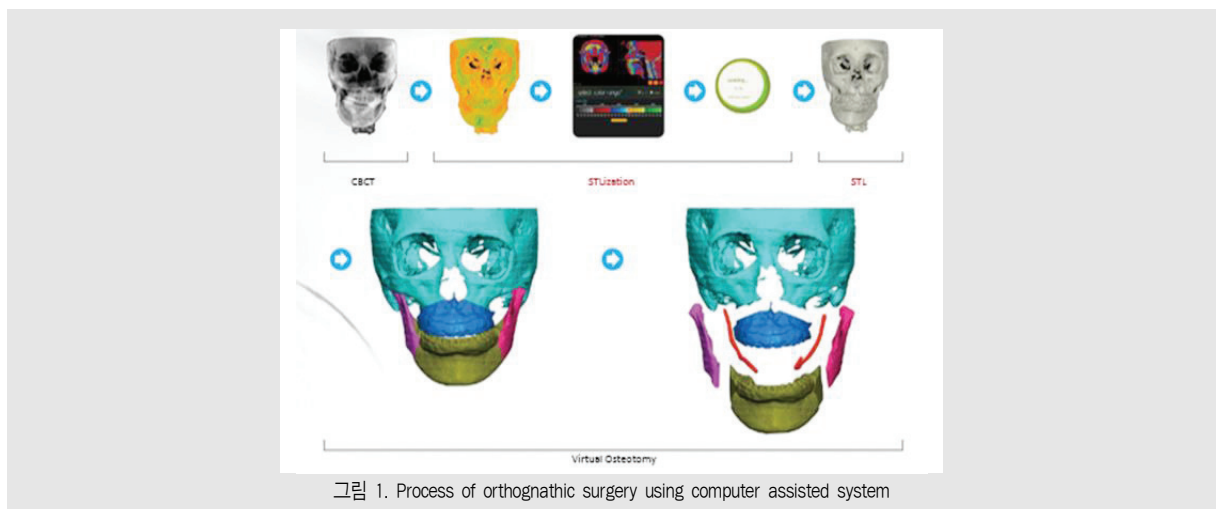
하지만 3D digital guide system은 여러가지 제한점이 아직 존재한다. 우선, 3차원 두부 방사선 계측치는 아직 표준 수치가 정해져 있지 않고, 기존에 알려진 여러가지 계측치를 참고하여 술자가 직관적으로 수술계획을 세우기에는 아직 부족한 측면이 있다. 2차원방사선계측을 기반으로 하여 향후 유용성에 대한 평가가 축적이 되어야 하겠다. 또한 CBCT의 해상도는 치아의 교합면을 세부적으로 표현하기에는 아직 낮으며, 치아의 교합 관계나 bracket 등으로 인해 더욱 정확도가 떨어지므로 CT data만 사용해서는 완전한 구강 내 환경의 구현이 어렵다. 실제로 아직 wafer는 인상채득한 치아 모형을 scan하거나 intraoral scanner를 이용하여 컴퓨터 program과 merging하는 방법을 통해서 제작하고 있다.

실제 수술에서는 고전적인 모형제작을 통해 제작된 wafer와 CAD/CAM 및3D printing 기술을 이용한 wafer를 함께 적용하여 보았다. 두 가지 wafer를 차례로 적용하여 비교해보고 실제 원하는 이동량과 가까운 wafer를 적용하였다. CAD/CAM 및3D printing 기술을 이용한 wafer를 사용하여 수술을 진행하였고, 부정교합 및 안면 비대칭이 개선되어 심미적인 결과를 얻었다(그림 2). 두 장치의 차이점을 수술 중에 직관적으로 발견하기는 어려웠으며, 한 환

자에게 다른 wafer를 이용해 같은 수술을 두 번 시행할 수는 없으므로 정량적인 비교는 사실 불가능했다. 그 동안의 보고에 따르면 컴퓨터를 이용한 턱교정 수술의 정확도는 기존의 턱교정 수술 방법과 비교 시 큰 차이가 없었다고 하였다. 치열과 얼굴의 스캔 자료와 악골에 대한 방사선 사진의 3차원적인 통합에 대한 오류가 있을 수 있으므로, 향후 점차 정확도를 개선하여야 하며 3차원적인 모형수술의 한계를 분명히 이해할 필요가 있다.

### Ⅲ. 결론

턱교정수술을 위한 진단 과 치료계획 수립의 정확성을 높이고, 좋은 결과를 얻기 위한 모형수술에 3차원 digital guide program의 이용이 도움이 될 수 있다. 기존의 평면 분석에서 얻기 어려웠던 입체적인 해부학적 정보를 얻고, 수술 이동량을 계획하기에 매우 유용하며, 정확한 수술을 시행할 수 있다. 현재는 개선점 및 한계점이 분명히 존재하고 - 해당 연구가 부족하지만, 향후 이에 대한 자료가 축적되면 3차원적으로 보다 정교한 턱교정 수술이 가능하리라 기대한다.



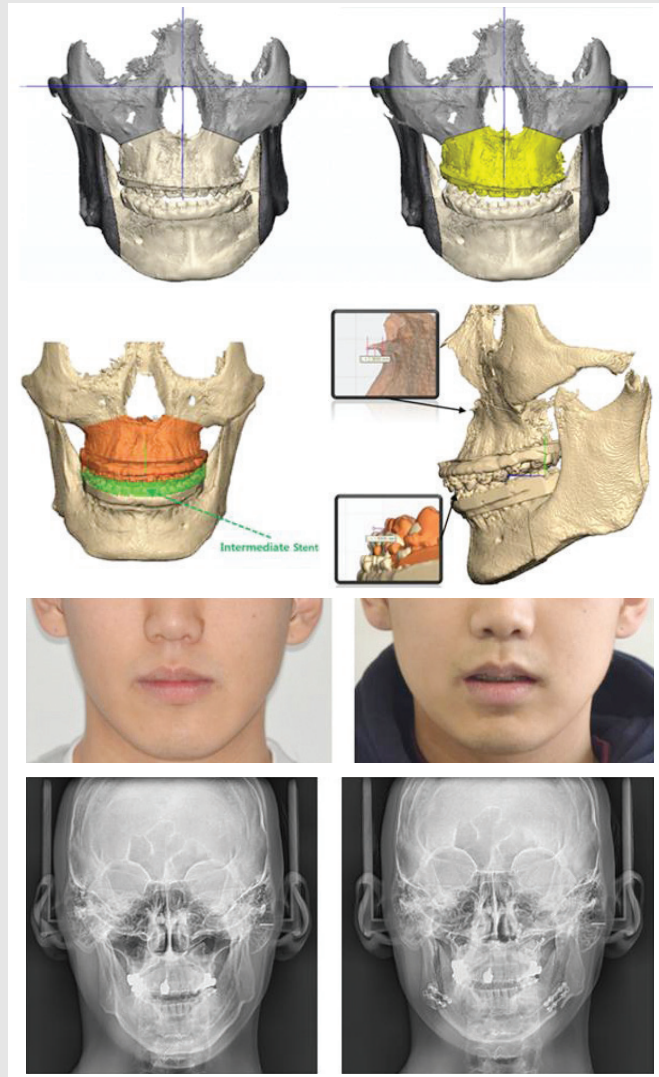


그림 2. 안면비대칭 환자의 턱교정 수술 전 후 사진

## 참 고 문 헌

1. Kwon, T.G., Accuracy and reliability of three-dimensional computer-assisted planning for orthognathic surgery. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 2018. 40(1): p. 14.
2. Kim, J.W., et al., The accuracy and stability of the maxillary position after orthognathic surgery using a novel computer-aided surgical simulation system. *BMC Oral Health*, 2019. 19(1): p. 18.
3. Heufelder, M., et al., Clinical accuracy of waferless maxillary positioning using customized surgical guides and patient specific osteosynthesis in bimaxillary orthognathic surgery. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2017. 45(9): p. 1578-1585.
4. Van Hemelen, G., et al., Three-dimensional virtual planning in orthognathic surgery enhances the accuracy of soft tissue prediction. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2015. 43(6): p. 918-925.
5. Stokbro, K., et al., Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2014. 43(8): p. 957-65.
6. Zinser, M.J., et al., Computer-assisted orthognathic surgery: feasibility study using multiple CAD/CAM surgical splints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2012. 113(5): p. 673-87.
7. Troulis, M.J., et al., Development of a three-dimensional treatment planning system based on computed tomographic data. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2002. 31(4): p. 349-57.
8. Zhou, L.B., et al., Accurate reconstruction of discontinuous mandible using a reverse engineering/computer-aided design/rapid prototyping technique: a preliminary clinical study. *J Oral Maxillofac Surg*, 2010. 68(9): p. 2115-21.
9. Santler, G., 3-D COSMOS: a new 3-D model based computerised operation simulation and navigation system. *J Craniomaxillofac Surg*, 2000. 28(5): p. 287-93.
10. Xia, J., et al., Three-dimensional virtual reality surgical planning and simulation workbench for orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 2000. 15(4): p. 265-82.
11. Xia, J., et al., Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2000. 29(1): p. 11-7.
12. Olszewski, R., K. Tranduy, and H. Reychler, Innovative procedure for computer-assisted genioplasty: three-dimensional cephalometry, rapid-prototyping model and surgical splint. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2010. 39(7): p. 721-4.
13. Xia, J., et al., Three-dimensional virtual-reality surgical planning and soft-tissue prediction for orthognathic surgery. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, 2001. 5(2): p. 97-107.