

<https://doi.org/10.22974/jkda.2022.60.10.004>

투고일 : 2022. 8. 23

심사일 : 2022. 8. 26

게재확정일 : 2022. 9. 7

비골 유리 피판을 이용한 하악골 재건시 디지털 기술을 이용한 수술의 시뮬레이션 및 수술용 가이드 제작의 효용성

김유진¹, 이정우², 이재열¹

¹부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

²경희대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

ORCID ID

Yujin Kim,  <https://orcid.org/0000-0003-3840-0061>

Jung-Woo Lee,  <https://orcid.org/0000-0001-9902-347X>

Jae-Yeol Lee,  <https://orcid.org/0000-0003-0678-2499>

ABSTRACT

Computer assisted simulation surgery & surgical guide fabrication for Mandibular reconstruction using fibula free flap

Yujin Kim¹, Jung-Woo Lee², Jae-Yeol Lee¹

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Pusan National University

²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study is to compare and evaluate the methods through computer-assisted simulation surgery and surgical guide production in mandibular reconstruction using the fibula and the existing traditional method. From February 2021 to July 2022, 10 patients who underwent segmental mandibulectomy at our hospital for two years were evaluated for operation time and reconstruction time. 10 patients underwent segmental mandibulectomy and reconstruction using a surgical guide prepared in advance through 3D analysis. In addition, we compared and analyzed 5 patients who had undergone surgery by the conventional method. In segmental mandibulectomy using a surgical guide, the average operating time was 443.50 minutes with the standard deviation (SD): 88.696, and the average reconstruction time was 64.90 minutes with the standard deviation: 11.377. The average operation time using the conventional method was 517.00 minutes with the standard deviation (SD): 83.86, the average reconstruction time 77.80 minutes with the standard deviation (SD): 8.075. When the average operation time was compared, the p-value was 0.148, which was not statistically significant. In the comparison of the average reconstruction times, the p-value was 0.0425, which was statistically significant. In conclusion, it was found that in the case of mandibular reconstruction using the fibula, the operation time was shortened along with the decrease of the time in the reconstruction. The operation time in the conventional method was longer than that of the surgical guide method.

Key words : mandibular reconstruction; segmental mandibulectomy; surgical guide

Corresponding Author

Jae-Yeol Lee¹: DDS, MSD, PhD, Associate Professor

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Dental and Life Science Institute, Dental Research Institute, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan 46241, Korea.

Tel : +82-10-4558-7673 / E-mail : omsljy@pusan.ac.kr

I. 서론(Introduction)

악성종양, 양성종양, 광범위한 안면부 외상, 악골의 방사선 골괴사증, 골수염 및 악골의 악물 관련 골괴사증과 같은 구강 질환의 경우 종종 수술범위가 커지며 하악골의 부분 절제가 필요할 수 있다. 하악골 부분 절제술(Segmental mandibulectomy)을 시행하면 하악골의 연속성을 상실한 결손 부위가 발생하게 되고 이러한 결손부위는 환자에게 있어 심각한 기능적, 심미적 합병증을 유발하기 때문에 적절한 재건이 필수적이다^{1~3)}. 이러한 하악골의 연속성을 상실한 결손부위의 재건에 있어서는 장골 유리피판(Deep circumflex iliac artery flap, DCIA flap)과 비골 유리피판(Fibula free flap, FFF) 같은 유리피판이 재건술에 주로 사용된다. 이 중 비골 유리피판은 비골동맥 그리고 이 동맥과 함께 주행하는 2개의 정맥을 주 영양공급 혈관으로 사용하며, 혈관의 직경이 비골의 원위부에 이르기까지 비교적 일정하다는 장점이 있다^{4~6)}. 또한 충분한 길이의 골(22~26cm)을 제공할 수 있어 광범위한 골결손부의 재건에 가장 유용하게 사용되는 피판이며⁶⁾, 연조직 재건을 함께 시행해야 하는 경우 더 선호될 수 있다. 기존의 하악골 부분 절제술 후 결손부위에 대한 재건술은 RP 모델(Rapid Prototyping model) 제작 및 레진 블록을 이용하여 직접 금속 재건판(Reconstruction plate, R-plate)을 접어서 수술 시 수정, 보완하여 사용하는 방법으로 수술이 진행되었으나, 최근 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 영상 기술의 광범위한 보급과 컴퓨터 기술의 발전으로 인하여 수술 전 가상 시뮬레이션을 수행할 수 있으며, 수술 시 사용하는 수술용 가이드를 CAD(Computer-Aided Design) 및 CAM(Computer-Aided Manufacturing) 기술을 사용하여 제조할 수 있게 되었다^{7,8)}. 따라서 본 연구의 목적은 현재까지 나와있는 디지털 기술을 이용한 하악 재건술에 대해 소개하고, 기존의 전통적인 방법

으로 하악골 결손부위의 비골 유리 피판을 이용한 재건술을 시행하는 경우와 수술용 가이드를 이용하여 시행하는 경우의 수술시간, 재건에 소요되는 시간의 이점이 있는지 비교 분석하여 평가하는 것이다.

II. 연구방법(Materials and Methods)

이 후향적 연구는 2021년 2월부터 2022년 7월까지 부산대학교 치과병원 구강악안면외과에서 CAD/CAM을 이용하여 만든 수술용 가이드를 사용하여 하악골 부분 절제술의 재건 수술을 받은 환자를 대상으로 하였다. 연구의 모든 환자로부터 서면 동의를 얻었고 수술용 가이드 설계 및 수술은 모두 동일한 방법에 의해 수행하였다. 총 10명의 환자 의료기록 확인을 통해 조사가 이루어졌다. 수술기록지, 수술간호기록지, 병리기록지에 기록되어 있는 수술 과정에서의 재건에 소요된 시간, 전체 수술에 걸린 시간 확인을 통하여 자료를 산출하였고, 기존의 전통적인 방법을 통해 수술한 5명의 환자와 비교 분석하였다. 수술시간은 피부 절개 시간부터 봉합 완료까지의 시간으로 측정하였고, 재건시간은 비골의 절제부터 피판의 혈관 문합 및 고정 완료까지의 시간으로 측정하였다.

CT 영상 정보와 CAD/CAM 기술을 이용한 가상 수술을 통하여 환자를 분석하고, 수술에 필요한 수술용 가이드, R-plate를 환자 맞춤형으로 제작하여 하악골 부분 절제술 수술에 있어서 기존의 전통적인 수술방법과 비교하여 비골을 이용한 재건에 걸리는 시간을 비교 분석하였다.

기존의 전통적인 수술 방법은 수술 전 panorama, Dental cone beam computed tomography(DCT), Positron emission tomography-Computed tomography(PET-CT), Magnetic resonance imaging(MRI) 등의 방사선사진촬영을 통한 검사와 임

임상가를 위한 특집 1

상적 환자의 평가를 통하여 수술 범위를 결정하였다. 이후 RP 모델을 제작하여 모델 상에서 모의 수술을 시행 후, 치과 재료 중 하나인 레진을 이용하여 비골로 재건 할 부위를 레진 블록을 만들어 결손부위에 위치시킨 뒤, 수술 시 사용할 R-plate를 RP 모델상에서 사전에 접어서 수술 전 준비를 하였다. 그리고 수술 시에 비골 같은 경우에는 미리 만들어둔 레진 블록을 이용하여 필요한 길이를 측정하여 절제한다. 이후 하악골 부분 절제술 시행 후 재건에 사용할 비골을 이음부분이나 꺾이는 부분을 다듬어 R-plate로 하악골에 고정하였다(Fig. 1).

이에 비해 CAD/CAM으로 만든 수술용 가이드를 이

용하여 수술을 할 경우, 수술 전 방사선사진촬영 및 임상적 평가 같은 과정은 동일하지만 컴퓨터 프로그램을 사용하여 가상 수술을 통해 재건된 하악골의 RP 모델을 제작 및 모델 상에 R-plate를 접어 고정한 뒤, 하악골과 비골에 각각 사용 할 수술용 가이드를 제작하였다. 컴퓨터 프로그램을 사용하여 수술용 가이드를 고정하는 screw hole과 R-plate 고정 시 사용될 screw hole을 정확히 일치되게 수술용 가이드를 제작하여 수술 전 준비를 하였다(Fig. 2~5). 수술 시에 사전 제작된 수술용 가이드를 이용하여 하악골과 비골의 절제를 각각 시행한 뒤 R-plate를 이용하여 절제된 비골을 하악골에 고정하여 재건술을 시행하였다(Fig. 6,7).

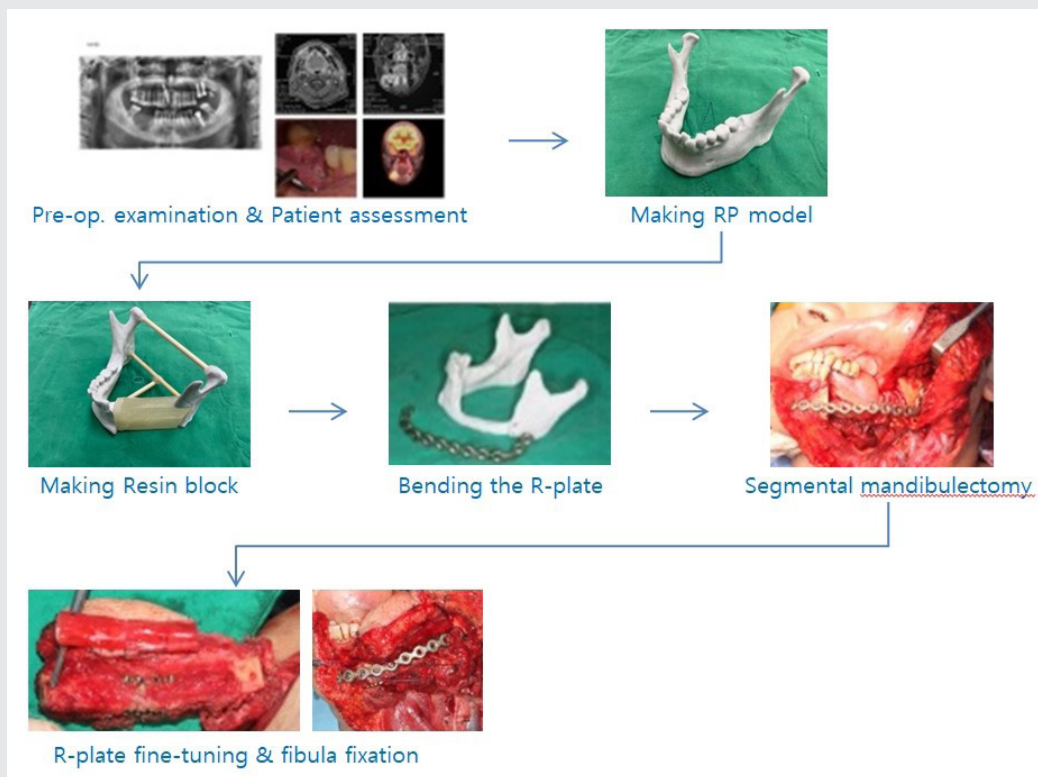


Figure 1. Conventional method on mandibular reconstruction.

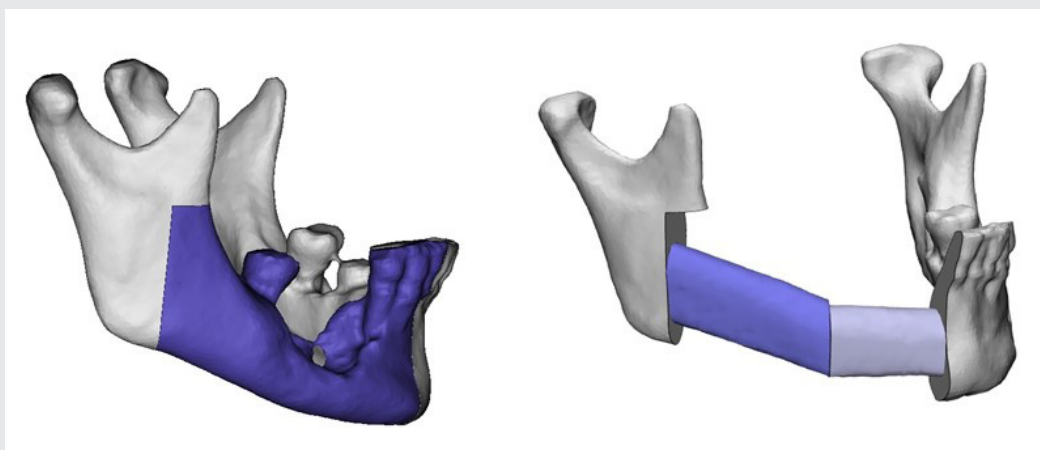


Figure 2. 환자의 CT 및 영상자료를 이용하여 Virtual surgical planning(VSP)를 하여 수술전 절제부위의 경계를 잡고 비골의 재건술 이후의 결과도 구현해본 모습.



Figure 3. 컴퓨터 프로그램을 통한 RP 모델 제작 및 모델상에 R-plate screw hole 위치 배열.

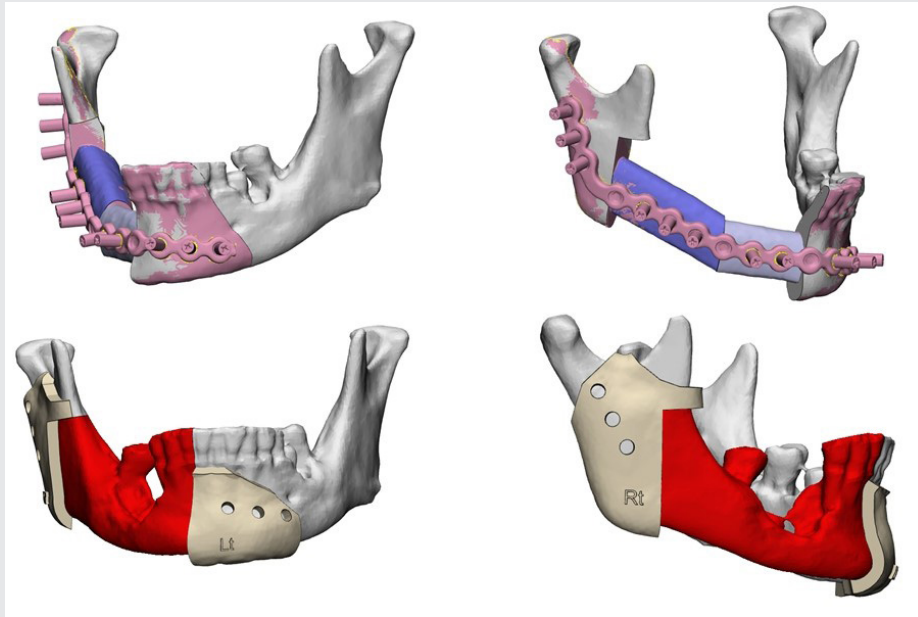


Figure 4. 컴퓨터 프로그램을 이용하여 하악의 수술용 가이드의 screw hole과 R-plate 고정에 사용될 screw hole을 일치시켜 수술용 가이드 제작.

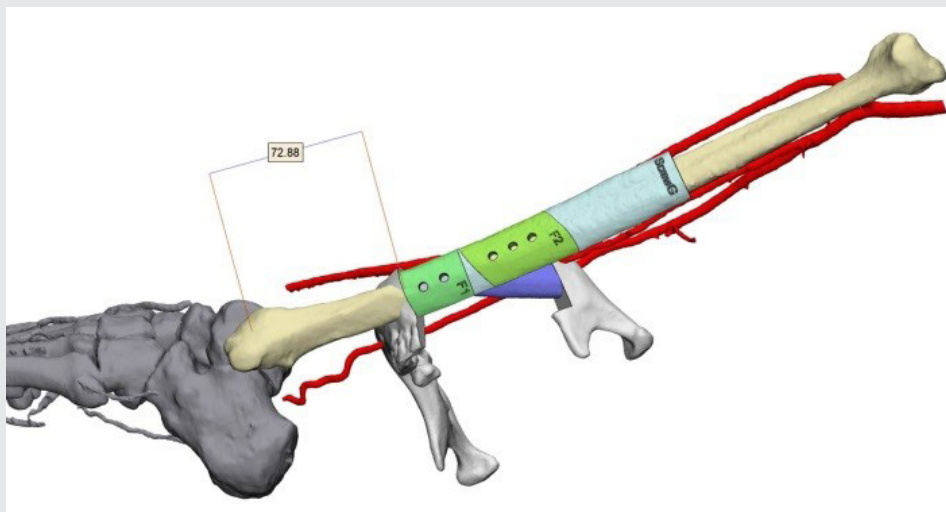


Figure 5. CAD/CAM 기술을 이용하여 비골의 수술용 가이드 제작.

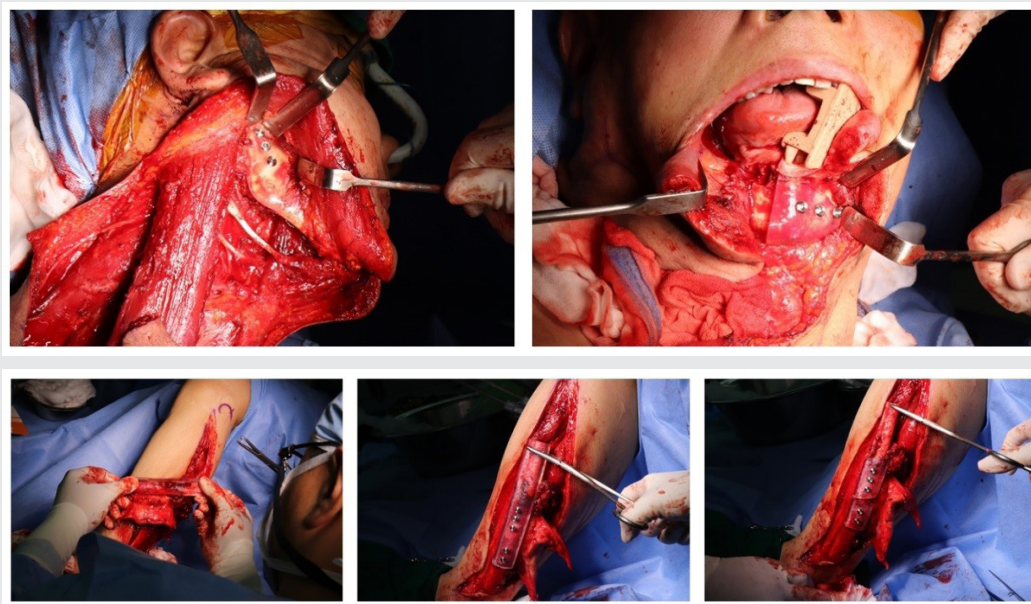


Figure 6. 실제 임상 사례에서의 하악골과 비골에서의 수술용 가이드 적용 모습.



Figure 7. 수술 전(좌), 수술 후(우) panorama 사진 비교 모습.

데이터의 통계 분석은 paired t-test를 사용하여 기존의 전통적인 수술방법과 수술용 가이드를 이용한 수술방법의 수술시간과 재건시간의 평균과 표준편차 값의 차이를 계산하였으며 0.05 미만의 p-value는 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

III. 연구성적(Results)

2021년 2월부터 2022년 7월까지 총 10명의 환자가 CAD/CAM을 기반으로 만들어진 수술용 가이드를 이용하여 하악골 부분 절제술과 비골을 이용하여 재건하는 수술을 받았다. 수술용 가이드를 사용한 10명의 환자는 7명의 여성과 3명의 남성으로 구성되었으며 평

균 연령은 60.4세(43-76세 범위)이다. 5명의 환자가 편평세포암종(Squamous cell carcinoma, SCC), 1명의 환자가 선양낭성암종(Adenoid cystic carcinoma, ACC), 4명의 환자가 범랑모세포종(Ameloblastoma)으로 하악골 부분 절제술을 받았다(Table 1). 컴퓨터 프로그램을 이용하여 만든 수술용 가이드와 R-plate는 모든 경우에서 환자의 하악골 및 비골에 잘 맞았고 모든 증례의 수술은 수술 후 합병증이 발생하지 않았다. 10명의 환자 모두에서 조직병리학적으로 깨끗한 골 변연이 확인되었다. 연구에 포함된 환자 중 9명은 재발 없이 생존하였으나 1명의 환자는 추적관찰 중 폐에 합병증이 발생하여 사망하였다(환자 8).

기존의 전통적인 수술법으로 하악골 부분 절제술 후 비골을 이용한 재건술에 걸린 수술시간은 평균

Table 1. Patient demographic and clinical data

Patient No.	Sex	Age (Years)	Diagnosis	Method of Reconstruction	Operation type	Operation time(min)	Reconstruction time(min)	Flap survival	Patient survival
1	Female	70	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	565	113	Y	Y
2	Male	73	Ameloblastoma	Recon. /c FFF(Rt.)	surgical guide	410	108	Y	Y
3	Male	60	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	385	108	Y	Y
4	Female	43	Ameloblastoma	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	290	112	Y	Y
5	Male	48	Ameloblastoma	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	435	105	Y	Y
6	Female	59	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	460	103	Y	Y
7	Female	53	Ameloblastoma	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	340	109	Y	Y
8	Female	76	ACC	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	535	123	Y	N
9	Female	48	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	520	140	Y	Y
10	Female	74	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	surgical guide	495	108	Y	Y
11	Male	67	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	Conventional	450	132	Y	Y
12	Female	84	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	Conventional	465	139	Y	N
13	Female	67	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	Conventional	495	131	Y	Y
14	Female	48	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	Conventional	515	152	Y	Y
15	Female	67	SCC	Recon. /c FFF(Lt.)	Conventional	660	141	Y	Y

Abbreviations: SCC, squamous cell carcinoma; ACC, Adenoid cystic carcinoma; FFF, fibula free flap

Table 2. Comparison of the Operation & reconstruction time between conventional resection and surgical guide resection simulation

	Conventional Resection	Surgical guide Resection	Difference	p-value
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean	
Operation time(min)	517.00(83.86)	443.50(88.696)	73.5	0.1881
Reconstruction time(min)	139.00(8.456)	112.90(10.979)	26.1	0.0016

Abbreviation: SD, standard deviation

(SD) 517분(83.86), 수술용 가이드를 이용하여 수술했을 때 걸린 수술시간은 평균(SD) 443.50분(88.696)으로 수술용 가이드를 제작하였을 때 평균은 73.5분 수술시간이 단축되었으나 통계적으로 유의성은 없었다($p>0.05$). 재건술에 소요된 시간에 있어 기존의 전통적 수술법의 경우 평균(SD) 139.00분(8.456), 수술용 가이드를 이용한 경우 평균(SD) 112.90분(10.979)이었고 두 방법간의 재건술에 소요된 시간 차이 평균은 26.1분으로 수술용 가이드 이용 시 재건술에 소요되는 시간이 단축되었다($p<0.05$)(Table 2).

IV. 총괄 및 고안(Discussion)

컴퓨터 기반의 디지털 기술을 이용한 술 전 시뮬레이션 및 수술용 가이드를 활용한 하악골 부분 절제술 후 비골을 이용한 재건술이 기존의 전통적인 방법보다 더 정확하고 신속하게 가능함을 확인할 수 있었다. 3차원적 영상을 기반으로 한 CAS(Computer-Assisted Surgery)의 발달로 구강악안면외과 분야에도 다양한 영상을 기반으로 진단 및 치료에 적용하고 있다. 골의 침윤 정도나 병소의 크기, 위치, 주변 조직과의 관계를 3차원적으로 시각화하여 활용 될 수 있어 수술계획 수립이나 실제 수술에 있어 많은 도움이 되고 있다^{9,10}.

특히, 하악골 결손부의 재건술에 있어서 이러한 CAD/CAM 기술의 발전은 가상 수술 계획(Virtual

surgical planning, VSP)을 통한 환자 분석 및 수술용 가이드 제작으로 수술 전 이상적인 수술 계획 및 높은 정밀도의 맞춤형 가이드 제작을 가능하게 하였다⁶. 이렇게 만들어진 수술용 가이드를 통해서 수술 중 계획된 절제 부위와 방향을 똑같이 재현 할 수 있고 이로 인하여 수술 중 발생 가능한 오차와 걸리는 시간을 줄일 수 있다^{11~13}. 3차원적인 분석을 통한 가상 수술 계획을 이용하면 수술 단계를 줄이며 재건에 걸리는 시간의 감소로 인한 전체 수술 시간의 감소, 환자의 허혈 시간을 줄여 결과적으로 수술 후 환자의 양호한 예후에도 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다^{14,15}. Hwang 등은¹⁶ 다양한 영상기법을 이용하여 환자를 분석하고 그에 맞는 수술용 가이드의 제작 및 사용에 의한 맞춤형 하악절제술이 하악의 중요한 해부학적 구조물을 보존하면서 하악의 병변을 제거할 수 있다고 보고하였다.

CAD/CAM 기술을 이용한 수술용 가이드를 사용하여 재건술을 시행 할 경우 기존의 전통적인 방법으로 할 때보다 수술 전 후 결과를 비교하기가 용이하여 수술 계획이 정확하게 실행되었는지 비교 분석 해볼 수 있다. Geusens 등은¹⁷ 수술 전 가상 수술 계획과 수술 후 재건된 비골의 길이를 비교 분석한 결과, 평균 3mm 이하의 오차를 보여 수술의 정확도가 높다고 보고하였다. Sweed 등도¹⁸ 비골을 이용한 하악골 결손 부위의 재건에 있어 CAD/CAM 기술을 적용하는 경우 남은 하악골의 여러 부위의 측정 항목에서 수술 전, 후의 오차가 2mm 이내였고 병변의 위치나 병인에 관

계없이 높은 정확도와 재현성을 보인다고 보고하였다. 본 연구에서는 소요시간에 관한 내용만 조사하였지만 본 연구에 사용된 재건방법의 정확도에 대해 다기관 연구가 진행중으로 조만간 이에 대한 결과도 확인 할 수 있을 것으로 보인다.

CAD/CAM 기술을 이용한 재건술에 있어 아직 통일된 방법이 있는 것은 아니면 조금씩 수정, 변형을 거쳐 발전하고 있다. Lim 등은¹⁹⁾ CAD/CAM 기술을 이용하여 만든 기존의 수술용 가이드에 포지셔닝 가이드를 추가적으로 이용하여 하악 골결손부의 재건술 시행 시, 수술용 가이드만 사용하였을 때나 기존의 전통적 방법으로 수술을 시행하였을 때보다 더 정확하게 수술이 이루어 진다고 보고하였다. 하지만 본 연구에 사용한 방법은 제작 시 수술용 가이드의 screw hole을 미리 구부린 R-plate의 screw hole을 정확히 일치시켜 수술용 가이드를 제작하였기 때문에 포지셔닝 가이드는 따로 필요하지 않았다.

본 연구의 방법처럼 기성 제품인 R-plate를 구부리고 스캔을 하는 방법이 아닌 R-plate까지 CAD/CAM으로 제작 할 때는 중간 과정이 줄어들고 더 정밀한 계

획을 시행할 수 있다. Zeller 등은²⁰⁾ CAD/CAM을 이용한 R-plate 제작 시 기존의 수동으로 제작한 R-plate보다 우수한 안정성과 정확도를 보여준다고 보고하였다. 하지만 R-plate까지 CAD/CAM을 사용하여 만들어 수술하는 것은 현실성이 떨어질 정도로 비용이 많이 발생한다. 우리나라에서는 보험 적용 등의 문제가 해소되고 제작비용 감소 등이 선행될 때 이러한 기술을 실제 환자에게도 적용이 가능하리라 생각된다.

V. 결론(Conclusions)

결론적으로, 수술용 가이드를 이용한 하악골 부분 절제술은 기존의 전통적인 수술방법보다 보다 보다 직관적이고 신속하게 수술을 진행 할 수 있기 때문에 하악골 부분 절제술시 재건술에 소요되는 시간을 줄일 수 있어 전체적인 수술시간이 줄어들었고, 이는 평균 수술시간이 긴 하악골 부분 절제술과 같은 수술에서 환자의 술 후 회복에 긍정적인 영향을 줄 것이다.

참 고 문 헌

1. Miles, B.A.; Goldstein, D.P.; Gilbert, R.W.; Gullane, P.J. Mandible reconstruction. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2010, 18, 317–322.
2. Cohen, A.; Laviv, A.; Berman, P.; Nashef, R.; Abu-Tair, J. Mandibular reconstruction using stereolithographic 3-dimensional printing modeling technology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009, 108, 661–666.
3. Lopez-Arcas, J.M.; Arias, J.; Del Castillo, J.L.; Burgueno, M.; Navarro, I.; Moran, M.J.; Chamorro, M.; Martorell, V. The fibula osteomyocutaneous flap for mandible reconstruction: a 15-year experience. *J Oral Maxillofac Surg* 2010, 68, 2377–2384.
4. Choi, E.C.; Kim, E.S.; Suh, K.S.; Hong, W.P.; Lee, H.B.; sung, J.M. Mandibular reconstruction using free fibular osteocutaneous flap. *Korean J Otolaryngol* 1996, 39, 103–110.
5. Ferri, J.; Plot, B.; Ruhin, B.; Mercier, J. Advantages and limitations of the fibula free flap in mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 1997, 55, 440–448.
6. Yoo, S.-I.; Ahn, K.-M. Reconstruction of oral cancer patients. The journal of Korean Dental Association 2010, 48, 607–614.
7. Liu, X.J.; Gui, L.; Mao, C.; Peng, X.; Yu, G.Y. Applying computer techniques in maxillofacial reconstruction using a fibula flap: a messenger and an evaluation method. *J Craniofac Surg* 2009, 20, 372–377.
8. Lethaus, B.; Kessler, P.; Boeckman, R.; Poort, L.J.; Tolba, R. Reconstruction of a maxillary defect with a fibula graft and titanium mesh using CAD/CAM techniques. *Head Face Med* 2010, 6, 16–19.
9. Kraeima, J.; Dorgelo, B.; Gulbitti, H.A.; Steenbakkers, R.; Schepman, K.P.; Roodenburg, J.L.N.; Spijkervet, F.K.L.; Schepers, R.H.; Witjes, M.J.H. Multi-modality 3D mandibular resection planning in head and neck cancer using CT and MRI data fusion: A clinical series. *Oral Oncol* 2018, 81, 22–28.
10. Dai, J.; Wang, X.; Dong, Y.; Yu, H.; Yang, D.; Shen, G. Two- and three-dimensional models for the visualization of jaw tumors based on CT-MRI image fusion. *J Craniofac Surg* 2012, 23, 502–508.
11. Weitz, J.; Bauer, F.J.; Hapfelmeier, A.; Rohleder, N.H.; Wolff, K.D.; Kesting, M.R. Accuracy of mandibular reconstruction by three-dimensional guided vascularised fibular free flap after segmental mandibulectomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2016, 54, 506–510.
12. Succo, G.; Berrone, M.; Battiston, B.; Tos, P.; Goia, F.; Appendino, P.; Crosetti, E. Step-by-step surgical technique for mandibular reconstruction with fibular free flap: application of digital technology in virtual surgical planning. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2015, 272, 1491–1501.
13. Ren, W.; Gao, L.; Li, S.; Chen, C.; Li, F.; Wang, Q.; Zhi, Y.; Song, J.; Dou, Z.; Xue, L.; et al. Virtual Planning and 3D printing modeling for mandibular reconstruction with fibula free flap. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2018, 23, 359–366.
14. Stirling Craig, E.; Yuhasz, M.; Shah, A.; Blumberg, J.; Salomon, J.; Lowlicht, R.; Fusi, S.; Steinbacher, D.M. Simulated surgery and cutting guides enhance spatial positioning in free fibular mandibular reconstruction. *Microsurgery* 2015, 35, 29–33.
15. Adolphs, N.; Haberl, E.J.; Liu, W.; Keeve, E.; Menneking, H.; Hoffmeister, B. Virtual planning for craniomaxillofacial surgery—7 years of experience. *J Craniomaxillofac Surg* 2014, 42, 289–295.
16. Hwang, B.-Y.; Lee, J.-Y.; Jing, J.; Ohe, J.-Y.; Eun, Y.-G.; Lee, Y.; Lee, J.-W. Computer-Assisted Preoperative Simulations and 3D Printed Surgical Guides Enable Safe and Less-Invasive Mandibular Segmental Resection: Tailor-Made Mandibular Resection. *Applied Sciences* 2020, 10, 1325–1334.
17. Geusens, J.; Sun, Y.; Luebbers, H.T.; Bila, M.; Darche, V.; Politis, C. Accuracy of Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing-Assisted Mandibular Reconstruction With a Fibula Free Flap. *J Craniofac Surg* 2019, 30, 2319–2323.
18. Sweed, A.H.; Bolzoni, A.R.; Kadubiec, A.; Beltrami, G.A.; Cherchi, A.; Baj, A. Factors influencing CAD/CAM accuracy in fibula free flap mandibular reconstruction. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2020, 40, 138–143.
19. Lim, S.H.; Kim, M.K.; Kang, S.H. Precision of fibula positioning guide in mandibular reconstruction with a fibula graft. *Head Face Med* 2016, 12, 7–16.
20. Zeller, A.N.; Neuhaus, M.T.; Weissbach, L.V.M.; Rana, M.; Dhawan, A.; Eckstein, F.M.; Gellrich, N.C.; Zimmerer, R.M. Patient-Specific Mandibular Reconstruction Plates Increase Accuracy and Long-Term Stability in Immediate Alloplastic Reconstruction of Segmental Mandibular Defects. *J Maxillofac Oral Surg* 2020, 19, 609–615.