

악안면외상 환자에서 임플란트를 이용한 상악 전치부의 재건: 증례 보고

장동규¹, 김현영², 김선종²

¹이화여자대학교 목동병원 구강악안면외과, ²이화여자대학교 서울병원 구강악안면외과

Rehabilitation of maxilla anterior using dental implant in maxillofacial trauma patient: case reports

Dongkyu Jang¹, HeonYoung Kim², SunJong Kim²

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Ewha Womans University Mokdong Hospital, ²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Ewha Womans University Seoul Hospital, Seoul, Korea

Anterior maxilla area is frequently engaged in maxillofacial trauma and have an important role of facial esthetics. Dental implant is regarded as a good treatment modality for restoration of tooth loss due to trauma. As advancement of surgical procedure and materials for dental implant and reconstruction of soft and hard tissue, dental implant treatment of maxilla anterior is widely used. However, it needs effort and care and is still challenging to accomplish reconstruction of maxilla anterior satisfactorily, especially in case of severe tooth and alveolar bone injuries from trauma. Consideration about soft tissue, hard tissue and prosthesis for obtaining appropriate position of implant, harmony with adjacent soft tissue and achievement in esthetics is necessary in treatment of maxilla anterior. The aim of this article is to report treatment sequence of patients who had severe tooth and alveolar bone injury on anterior maxilla due to maxillofacial trauma and considerations for esthetic and functional rehabilitation. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2019;11(1):14-21)

Key words: Dental implants, Maxilla, Jaw fractures, Facial injuries

INTRODUCTION

악안면 외상은 낙상이나 교통사고 등 다양한 이유로 나타날 수 있으며, 주로 상악 전치부, 하악골 정중부, 우각부 등이 이환된다¹⁻³. 그 중 상악 전치부는 저작 및 발음뿐 아니라 심미적으로도 매우 중요한 부위로, 외모 변화에 직접 영향을 주며, 상실 및 수복시에 환자의 심리적 반응과도 관련되어 있다. 심한 안면부 외상은 치아와 인접 연조직 및 경조직의 소실을 가져오며, 되돌리기 어려운 결손도 발생한다. 탈구되었던 치아는 재식되었다고 하더라도 장기적인 예후를 보장할 수 없다⁴.

치아가 상실된 이후에는 다양한 정도의 치조제 위축을 보일 수 있는데, 첫 3개월동안 약 2/3 정도의 폭경 소실이 발생하고 지속하여 흡수가 진행되며, 수직적 골소실 또한 발생한다고 알려져 있다. 또한 상악 전방부에 가해진 외상으로 발생한 작은 골편들은 전상 치조동맥, 대구개동맥, 접구개동맥 등에서 공급하는 혈행에 손상을

받아 시간이 지날수록 흡수가 진행될 수 있다⁵.

Seibert JS⁶는 치조제 결손 형태에 따라 치조제 높이는 정상이나 협설측으로 폭이 소실된 1급, 협설측으로 폭은 정상이나 치관치근 방향으로 높이가 소실된 2급, 협설측 및 치관치근방향으로 폭과 고경이 복합 소실된 3급으로 분류하였다.

Buser 등⁷은 상악 전치부에서 이상적인 임플란트 위치를 근원 심측, 치관치근측, 순구개측 방향에서 Comfort와 Danger zone으로 나누어 설명하였고, 근원심측 방향에서는 인접치 치근면과 1.0~1.5 mm의 위치를 피할 것, 치관치근측 방향에서는 인접치의 CEJ보다 1 mm apical로 위치할 것, 순구개측 방향에서는 인접치의 Point of emergence에서 1 mm 구개으로 위치하는 것이 좋으며 너무 순측일 경우 치은퇴축을 유발할 수 있는 순측 골흡수가 우려되고, 너무 구개측일 경우 ridge-lap 형태의 치관 보철물이 필요할 수 있다고 하였다. Urban IA 등⁸은 수직적 치조제 증대술에서 Tension-Free flap closure를 얻기 위해 전정의 깊이와 골막의 상태에

Received November 7, 2019, Revised November 13, 2019, Accepted November 15, 2019

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 김선종, 07804, 서울시 강서구 공항대로 260, 이화여자대학교 서울병원 구강악안면외과

Corresponding Author: SunJong Kim, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Ewha Womans University Seoul Hospital, 260 Gonghang-daero, Gangseo-gu, Seoul 07804, Korea, Tel: +82-2-6986-3401, Fax: +82-2-6986-3406, E-mail: oralsurgeonsj@gmail.com

따라 결손부를 Type I에서 IV의 4가지로 분류하였다.

Implant Esthetic Risk Profile Assessment의 요소로는, 환자의 의학적인 상태, 흡연 여부, 심미적 기대 정도, 입술선의 위치, 치은

의 Biotype, 치관의 형태, 해당 부위의 감염 여부, 인접치아의 치조 골 높이, 인접치아의 수복 여부, 상실부위의 너비, 연조직 형태, 치조제의 골결손 여부 등이 있으며, 환자의 기대치가 높거나, 입술선이 높은 경우, 2개 또는 그 이상의 치아의 상실이 있으며 수직적 골

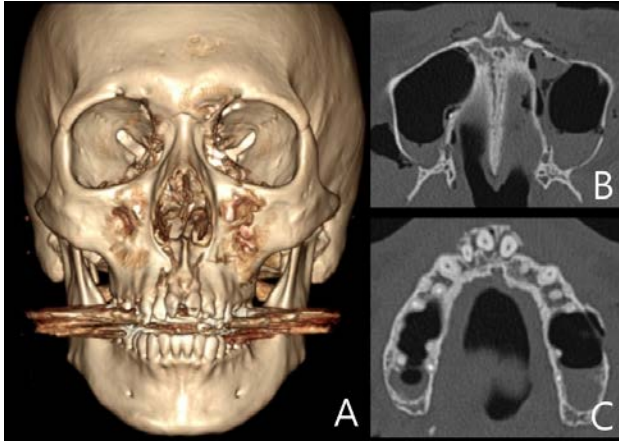


Figure 1. (A) 3D CT image of maxilla anterior bone and tooth injury. (B, C) Axial CT images of maxilla anterior. Fracture of maxilla and alveolar bone around anterior nasal spine.

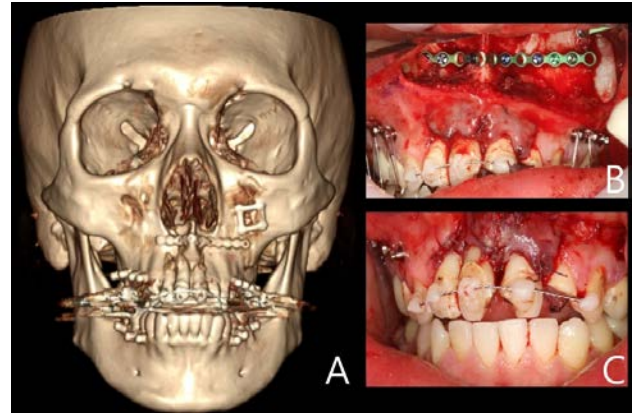


Figure 2. (A) Postoperative 3D CT image after open reduction and internal fixation of maxilla anterior fracture. (B, C) Alveolar bone and soft tissue loss due to trauma of maxilla anterior.

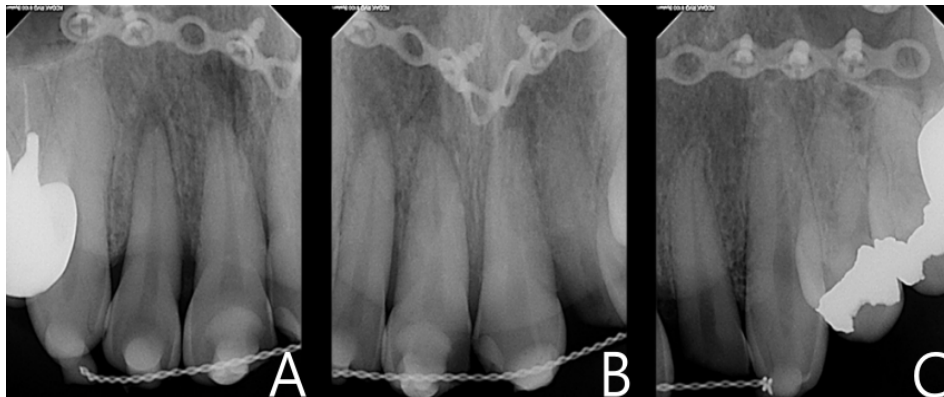


Figure 3. (A-C) Periapical x-ray images of injured teeth. Radiolucency and root resorption at tooth apex.

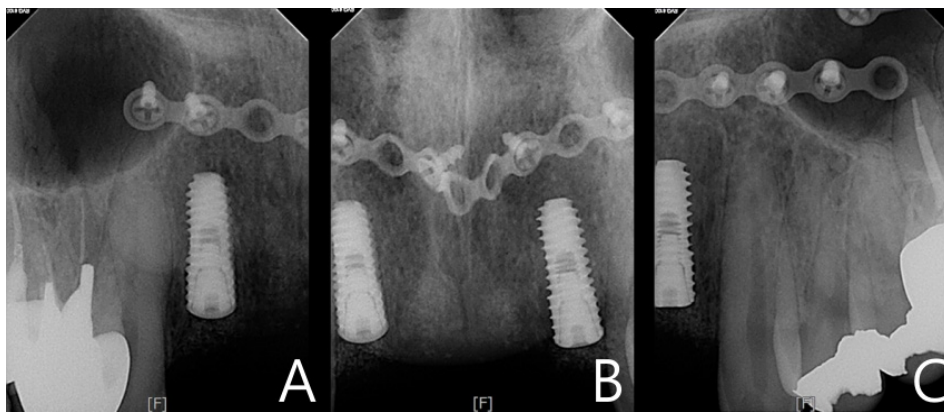


Figure 4. (A-C) Periapical x-ray images after extraction and immediate implant installation.

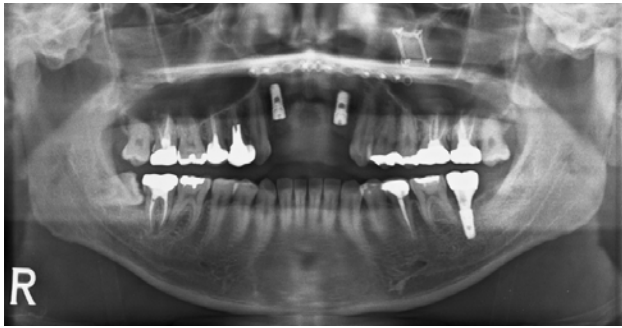


Figure 5. Panorama x-ray after extraction and immediate implant installation.

결손이 있고 연조직 결손이 있는 경우에는 High risk로 분류된다⁹.

임플란트는 외상으로 상실된 치아를 수복하기 위한 좋은 치료 방법이며¹⁰, 임플란트 및 연조직과 경조직 재건에 사용되는 재료 및 수술법에 많은 발전이 이루어지면서 상악 전치부에 임플란트를 이용한 치료가 많이 시행되고 있으나 기능적 및 심미적으로 만족스럽게 재건하는 것은 많은 노력과 주의를 필요로 하며, 특히 외상으로 인해 심한 치아 및 치조골 손상이 동반된 경우에는 더욱 그러하다. 상악 전치부의 치료에 있어서 임플란트를 적절한 위치로 식립하고 주위 연조직과 조화를 이루며 심미성을 얻을 수 있도록, 연조직과 경조직, 그리고 보철물에 대한 고려가 필요하다.

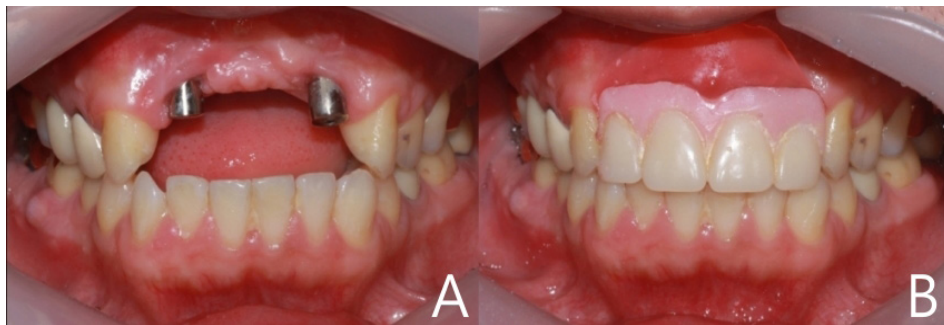


Figure 6. (A) Healed soft tissue after implant surgery complete. (B) Temporary restoration.



Figure 7. (A, B) Shade selection for pink porcelain.



Figure 8. (A) Facial view of final restoration. (B) Intraoral view of final restoration.

본 증례 보고에서는 상악골 전방부의 심한 연조직 및 경조직 손상이 있는 환자에서, 임플란트 식립 및 수복치료를 통하여 기능적 및 심미적 재건을 한 증례를 보고하고, 고려사항에 대해 고찰해보고자 한다.

CASE REPORT

1. Case 1

반복적인 의식소실의 기왕력이 있는 28세 남자 환자가 도보에서 정신을 잃고 쓰러져 바닥에 안면부를 수상하여 응급실에 내원하였다. 임상적 및 방사선학적 평가상 상악골 전방부의 골절, 치조골의 골절, 상악 양측 중절치의 치관파절, 상악 좌측 측절치의 치수노출을 동반한 치관파절이 관찰되었다(Figure 1). 레진강선을 이용하여 탈구치를 고정하고, 전신마취하에 상악골의 관혈적 정복 및 고정술을 시행하였다(Figure 2). 이후 치아손상에 대한 추적검사에서 치수생활력 상실, 치관단 병소 및 치근흡수가 관찰되었고(Figure 3), 상악 우측 측절치에는 6 mm, 상악 양측 중절치에는 9 mm의 치은퇴축이 관찰되었다. 약 3개월 후 상악골이 안정적으로 치유되고 있음을 확인하고, 상악 양측 중절치 및 측절치의 발치와 동시에 상악 양측 측절치 부위에 임플란트 즉시 식립(Osstem TS III Fixture, Ø4.0×11.5 mm, Osstem Implant Co., LTD, Seoul, Korea), 그리고 이중골과 흡수성 차폐막(Bio-Oss® and Bio-Gide®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Switzerland)을 이용한 골이식술을 시행하였다(Figure 4, 5). 식립 약 3개월 이후 임플란트 2차 수술을 시행하였고, Resonance Frequency Analysis (Osstell™ ISQ, Gothenburg, Sweden)를 이용하여 안정성을 평가한 후, 최종보철물에 대한 평가 및 제작을 시행하였다. 티타늄 지대주와 지르코니아 브릿지 제작을 위한 인상채득 및 악관계를 채득하고 임시보철물 사용 기간동안 교합 및 색조에 대한 정보를 취득하였다. 치조제의 수직적 상실부위에 대한 심미적 고려를 위해, 색조 가이드를

이용하여 Pink porcelain을 이용한 최종 보철물을 제작하였다(Figure 6~8).

2. Case 2

교통사고로 인해 안면 및 복부를 수상한 27세 남자 환자가 응급실에 이송되었다. 기저질환은 없으나 상, 하악골을 포함한 다발성 골절(Figure 9)과 안면부 열상 및 좌측 신장과 십이지장의 손상이 관찰되었다. 기관삽관 및 열상 봉합을 시행하고 중환자실에서 상태를 관찰한 후 전신마취하에 복부손상에 대한 수술을 시행함과 동시에, 악골 골절부의 일차적인 관혈적 정복술을 시행하였다(Figure 10). 상악골 전방부 및 우측부가 후방으로 변위되었고, 탈구된 상악 우측 측절치와 견치는 응급처치 과정에서 제거된 상태였고, 상악 우측 제1소구치는 과거 교정치료를 하며 발치한 것으로 추정되었다. 약 2주 후 환자 상태가 안정되어 경비삽관으로 교체하고 상, 하악골에 대한 관혈적 정복 및 고정술과 안정된 교합관계를 유도하기 위한 악관 고정을 시행함과 동시에, 손상된 치조제에 대해 이중골과 흡수성 차폐막(Bio-Oss® and Bio-Gide®, Geistlich Pharma

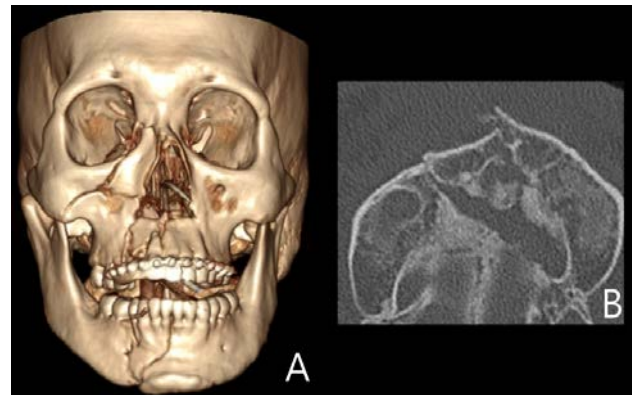


Figure 10. (A) 3D CT image and (B) Axial CT image after primary open reduction of maxilla fragments.

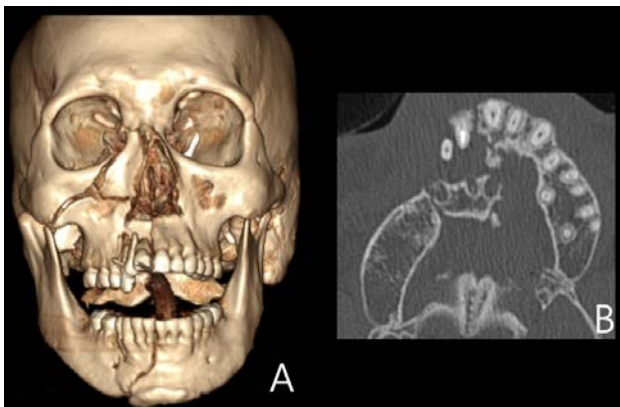


Figure 9. (A) 3D CT image of multiple maxillofacial injuries. Oral endotracheal tube was inserted. (B) Axial CT image of dislocated bone fragment.

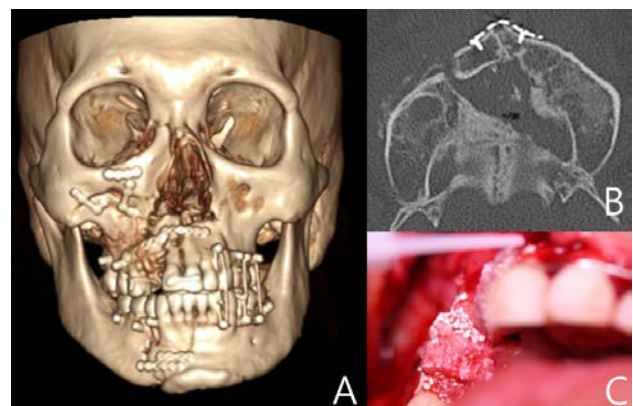


Figure 11. (A) 3D CT image and (B) Axial CT image after definitive open reduction and internal fixation of maxilla and mandible. (C) Bone graft on alveolar bone loss area.

AG, Wolhusen, Switzerland)을 이용한 골이식술을 시행하였다 (Figure 11). 약 2개월 이후에 환자 상태가 회복되어 외래 진료로 경과 관찰 하였고, 상실치 부위에 임시 가철성 의치를 제작하였다. 상실된 상악 우측 측절치, 견치부 주위의 수직적 골흡수와 상악 우측 중절치 부위의 치조골 흡수 및 치근 흡수가 관찰되었다(Figure 12). 수상으로부터 약 8개월 후 상악 우측 중절치의 발치 및 임플란트 즉시 식립(Osstem TS III Fixture, #11i : $\varnothing 4.0 \times 11.5$ mm, #14i : $\varnothing 3.5 \times 11.5$ mm, Osstem Implant Co., LTD, Seoul, Korea), 그리고 상악 우측 제1소구치부의 임플란트 식립(Osstem TS III Fixture, Osstem Implant Co., LTD, Seoul, Korea)을 시행하였고 동시에 이종골과 흡수성 차폐막(Bio-Oss® and Bio-Gide®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Switzerland)을 이용한 골이식술을 추가적으로 시행하였다. 이후 악골고정용 금속판 제거와 임플란트 2차 수술을 시행하였고, 식립 약 4개월 경과 후 Resonance Frequency Analysis (Osstell™ ISQ, Gothenburg, Sweden)를 이용하여 안정성을 평가하고 최종보철물을 제작 및 시적하였다. 임시 부착된 상태에서 기능 및 색조를 평가하여 조절한 후 Pink porcelain으로 연조직 결손 부위를 수복하여 최종보철물을 장착하였고, 보철물 주위 구강위생에 유의할 것을 교육하였다. 3개월 후 경과 관찰 하였으며 임플란

트 및 보철물이 잘 유지되고 있음을 관찰하였다(Figure 13~15).

DISCUSSION

Ruslin M 등¹¹은 치아손상을 포함한 악안면 외상환자를 조사한 연구를 통해, Le Fort 골절과 하악골 체부 골절이 유의하게 치아 손상과 연관이 있고, 상악 치아의 손상이 가장 높은 빈도를 보이며, 상악 절치가 33.1%, 하악 절치가 13.6%, 하악 구치가 12.8%, 상악 소구치가 12.6%의 순으로 조사되었다고 보고하였다(Table 1). 치아



Figure 14. Panorama x-ray of 3 months after final restoration delivery.

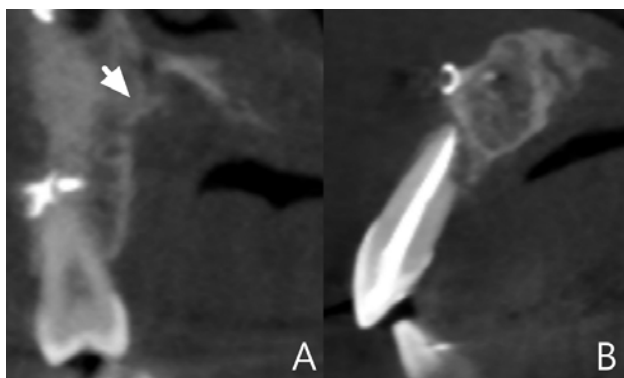


Figure 12. (A) Alveolar bone loss of right maxillary premolar area (arrow). (B) Alveolar bone loss and root resorption of right maxilla central incisor.

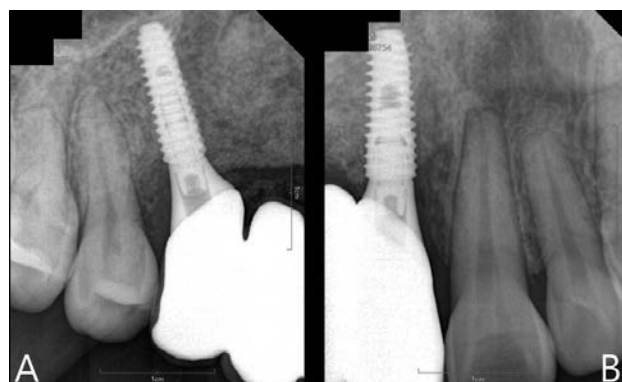


Figure 15. (A, B) Periapical view of 3 months after final restoration delivery.



Figure 13. (A, B) Clinical photos of 3 months after final restoration delivery. Lost teeth and surrounding soft tissue were rehabilitated using dental implant and pink porcelain.

탈구는 치아 외상의 0.5~3% 정도이며, 대부분의 상황에서 재식이 추천되나, 임상적 상황에 따라 재식이 어려운 경우도 있다¹². 또한, 외상 후 재식된 치아에서는 괴사된 치수가 감염되고, 세균성 독소가 상아세관을 통해 치주인대로 이동하여, 염증 반응에 의해 치근과 인접 골의 염증성 흡수를 야기하게 되므로 재식된 치아를 장기적으로 유지하는 것은 어려울 수 있다고 알려져 있다¹³.

발치 후의 치조골 변화에 대해서는, 발치와의 골형성이 일어나고 동시에 치조능의 고경이 감소하고, 대부분의 변화는 발치 후 3개월 내에 발생한다. 골형성은 이후 3개월간 지속되고, 그 후 6개월간의 재형성 과정을 거친다¹⁴. 발치 후 측정된 평균적 변화로는 너비 3.87 mm, 임상적으로 측정된 고경 1.67~2.03 mm, 방사선학적으로 측정된 고경 1.53 mm의 소실이 발생한다고 보고되었다¹⁵.

상악 전치부 치아의 상실 이후에는 순측 치조골의 흡수가 일어나게 되어 치조제는 구개측에 위치하게 되고, 적절한 임플란트 위치 및 최종적인 심미적 결과를 얻는데 어려움이 있으며, 발치 이후 임플란트가 즉시 식립 되더라도, 연조직과 임플란트의 지지를 얻기 위한 이상적인 골지지보다는 부족하게 될 수 있다고 알려져 있다¹⁶. 임플란트의 즉시 식립이 치조골 높이를 보존할 수 있는 가능성이 있으나, 한편으로는 외상 후의 골재형성 과정에 의해 상실될 수도 있다¹⁷. 외상 환자에서 임플란트를 사용한 치조골 재건에서, 악골 성장의 정지 여부, 단일치 또는 다수치의 상실 여부, 추후 상실이 예측되는 치아의 예후, 연관된 치조골 상실, 연조직 결손 및 악골 골절 상태 등의 요소를 고려해야 한다¹⁷.

Funato A 등¹⁸은, 심미적인 임플란트 치료를 위해서는 수복물과 주위 연조직, 경조직을 효과적으로 지지할 수 있는 최적의 임플란트 위치, 적절한 유리치은연과 인접 치간유두의 조화를 포함하는 심미적인 치은조직의 재건, 순측 유리치은연의 만족도를 조절하거나 유지하기 위한 임시수복물의 사용, 인접 자연치와 주위 연조직과 조화되는 최종수복물이 필요하다고 하였다. Urban IA 등¹⁹은 수직적 골증대술 이후 결합조직이식 또는 유리치은이식을 시행하여 구강 전정과 각화치은의 상실과 같은 약점을 보완하는 방법으로, 심한 흡수가 있는 상악 전치부에서 연조직과 수직적 경조직 증대를 복합적으로 시행함으로써 기능적으로 안정적인 고정성 보철물을 시행할 수 있다고 보고하였다.

Oikarinen KS 등²⁰은 외상으로 좁아진 전방부 치조제에 임플란트 식립을 위해 고려할 수 있는 방법으로 자가골 이식, 합성골 이

식, 차폐막을 이용한 골유도재생술 및 Osteoinduction을 위한 Bone morphogenic protein의 사용, 골성장인자를 포함한 Platelet-rich plasma의 사용, Ridge expansion osteotomy등을 언급하였다. Plonka AB 등²¹은 수직적 골증대를 위한 방법으로 Distraction Osteogenesis, Onlay grafting, Guided bone regeneration, Short implant를 고려할 수 있는데, 골유도재생술은 예지성 있는 술식으로 평균 약 3 mm의 수직적 증대를 얻을 수 있고, Onlay graft는 평균 4.75 mm의 수직적 증대를 얻을 수 있으나 합병증 발생률이 골유도 재생술보다 높다고 하였다. 6 mm이상의 골증대가 필요할 경우는 장기간이 소요되는 광범위한 연조직 및 경조직 증대가 필요하므로, 대안으로 short implant를 고려하거나, 티타늄으로 보강된 비흡수성 차단막을 사용한 골유도재생술을 시행하는 방법 또는 Distraction osteogenesis를 고려할 수 있다고 제안하였다. Nissan J 등²²은 Cancellous freeze-dried block bone allograft를 사용하여 상악 전치부의 골증강술을 시행하였을 때, 수평적으로 평균 약 5 ± 0.5 mm, 수직적으로 약 2 ± 0.5 mm 증대되었고, 6개월 이후 임플란트 식립시에 평균 0.5 ± 0.5 mm, 2차 수술시 약 0.2 ± 0.5 mm의 협측 골흡수가 관찰됨을 보고하였다. McCarthy C 등¹⁶은 17명의 환자에서 상악 전치부에 하악 정중부에서 채취한 Onlay graft와 임플란트를 시행하였을 때 평균 153.6주간의 추적관찰기간 동안 97.1%의 임플란트 생존률을 보고하였다. A. Rachmiel 등²³은 치조골 결손이 매우 심한 13명의 환자에서 Distraction osteogenesis를 이용하여 평균 약 13.7 mm의 수직적 증대를 얻고, 이후 Onlay block bone graft를 이용한 2단계의 재건을 시행한 증례를 보고하였다.

한 연구에서 19세 이하 악안면 외상환자는 14.2%, 치아 손상 환자는 21.1%로 보고되었고¹¹, 이러한 악골 성장이 잔존하여 임플란트를 이용한 수복을 즉시 적용할 없는 경우에 대한 고려도 필요한데, 성장이 완료되지 않은 어린 환자에서 상악 전치부의 외상 이후 치조골을 보존하고 추후 임플란트로 교체 하기 전 고려할 수 있는 방법으로는 교정적 정출, 자가치아이식, 의도적 치아 재식술, 골신장술, 치관절제술 등이 있다²⁴.

보철적 치료를 고려할 때, Seibert 분류 2급 또는 3급에서의 수직적 골증대가 이루어진 경우나 연조직을 상실한 경우, 또는 높은 입술선을 가진 경우에는, Black triangle이 생기거나 접촉면이 너무 넓어져 자연스럽지 않은 치관 형태를 갖게 되므로, 치은 색조를 가진 도재를 이용하여 해결하고자 하는 방법도 고려할 수 있다²⁵. 이

Table 1. Tooth injury incidence in maxillofacial trauma patients

	Maxilla				Mandible			
	Incisor	Canine	Premolar	Molar	Incisor	Canine	Premolar	Molar
Ruslin M et al. ⁵	33.1% (168/508)	4.1% (21/508)	12.6% (64/508)	10.8% (55/508)	13.6% (69/508)	3.9% (20/508)	9.1% (46/508)	12.8% (65/508)
Zhou HH et al. ²	55.3% (659/1191)	12.3% (147/1191)	17.9% (213/1191)	14.4% (172/1191)	50.0% (512/1024)	13.0% (133/1024)	18.3% (187/1024)	18.8% (192/1024)

러한 인공치는 수복물을 사용하면 심미적인 상악 전치부 수복을 위해 자연스러운 치관 비율과 치은 윤곽을 재현하는데 기술 의존도가 높은 까다로운 수술과정을 줄일 수 있다²⁶.

상기 2건의 증례는 상악 전치부 부위의 치아 손상과 치조골 손상을 동반한 상악골 전방부의 골절 및 다발성 안면골 골절로, 악골 골절의 회복 기간 후 상악 전치부의 잔존 치조제는 Seibert 3급의 수평적 및 수직적 치조제 결손이 있음이 관찰되었다. 악골 회복 이후 발치 즉시 임플란트 식립 및 골이식술을 통해 치조제 손상을 최소화하고자 도모하였으며, 환자와의 상담 및 임시보철물 사용을 통해, 치은색조 도재수복을 포함한 고정성 임플란트 수복물을 사용하여 기능적 및 심미적으로 안정된 결과를 얻을 수 있었다.

CONCLUSION

상악 전치부는 외상에 흔히 노출되고 심미적으로 매우 중요하여 치밀한 치료계획 수립이 필요하나, 외상 환자에서 악골 손상과 동반한 치아 및 치조골 손상시에 치조골과 그 주위 연조직의 소실을 막기 어려운 경우가 존재한다. 다양한 치조골 증대술 및 연조직 증대술을 고려할 수 있으나 증례별로 적용할 수 있는 정도가 각각 다르고, 세심한 진단 및 치료계획을 통해 심미적인 결과와 기능적인 재건을 위한 보철적인 고려 또한 필요하다. 특히, 외상환자에서는 기관삽관술 및 응급처치 등 여러가지 이유로 치아 및 치조골에 대한 적절한 처치가 제한될 수 있으므로, 진단 과정에서부터 치과 의사가 빠르게 개입하여, 치조골 손상을 최소화하고 추후 임플란트를 사용하여 적절한 치료가 이루어질 수 있도록 하는 것이 중요하다.

REFERENCES

- Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries-a 12 year review of the literature. *Dent Traumatol* 2008;24:603-611.
- Zhou HH, Ongodia D, Liu Q, Yang RT, Li ZB. Dental trauma in patients with maxillofacial fractures. *Dent Traumatol* 2013;29:285-290.
- Kim JR, Chung IK, Yang DK, Park BW. A clinical study on the emergency patients of oral and maxillofacial surgery during recent 5 years. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2001;23:155-162.
- Seymour DW, Patel M, Carter L, Chan M. The management of traumatic tooth loss with dental implants: part 2. Severe trauma. *Br Dent J* 2014;217:667-671.
- Tolstunov L. Implant zones of the jaws: implant location and related success rate. *J Oral Implantol* 2007;33:211-220.
- Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part I. Technique and wound healing. *Compend Contin Educ Dent* 1983;4:437-453.
- Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:43-61.
- Urban IA, Monje A, Nevins M, Nevins ML, Lozada JL, Wang HL. Surgical management of significant maxillary anterior vertical ridge defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2016;36:329-337.
- Levine RA, Huynh-Ba G, Cochran DL. Soft tissue augmentation procedures for mucogingival defects in esthetic sites. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:155-185.
- Andersson L, Emami-Kristiansen Z, Högström J. Single-tooth implant treatment in the anterior region of the maxilla for treatment of tooth loss after trauma: a retrospective clinical and interview study. *Dent Traumatol* 2003;19:126-131.
- Ruslin M, Wolff J, Boffano P, Brand HS, Forouzanfar T. Dental trauma in association with maxillofacial fractures: an epidemiological study. *Dent Traumatol* 2015;31:318-323.
- Andersson L, Andreassen JO, Day P, Heithersay G, Trope M, Diangelis AJ, et al. International association of dental traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol* 2012;28:88-96.
- Diangelis AJ, Bakland LK. Traumatic dental injuries: current treatment concepts. *J Am Dent Assoc* 1998;129:1401-1414.
- Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
- Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2009;36:1048-1058.
- McCarthy C, Patel RR, Wragg PF, Brook IM. Dental implants and onlay bone grafts in the anterior maxilla: analysis of clinical outcome. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:238-241.
- Sándor GK, Carmichael RP. Rehabilitation of trauma using dental implants. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2008;16:83-105.
- Funato A, Salama MA, Ishikawa T, Garber DA, Salama H. Timing, positioning, and sequential staging in esthetic implant therapy: a four-dimensional perspective. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:313-323.
- Urban IA, Monje A, Wang HL. Vertical ridge augmentation and soft tissue reconstruction of the anterior atrophic maxillae: a case series. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2015;35:613-623.
- Oikarinen KS, Sándor GK, Kainulainen VT, Salonen-Kemppi M. Augmentation of the narrow traumatized anterior alveolar ridge to facilitate dental implant placement. *Dent Traumatol* 2003;19:19-29.
- Plonka AB, Urban IA, Wang HL. Decision tree for vertical ridge augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2018;38:269-275.
- Nissan J, Mardinger O, Calderon S, Romanos GE, Chaushu G. Cancellous bone block allografts for the augmentation of the anterior atrophic maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011;13:104-111.
- Rachmiel A, Emodi O, Aizenbud D, Rachmiel D, Shilo D. Two-stage reconstruction of the severely deficient alveolar ridge: bone graft followed by alveolar distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018;47:117-124.
- Schwartz-Arad D, Levin L, Ashkenazi M. Treatment options of untreatable traumatized anterior maxillary teeth for future use of dental implantation. *Implant Dent* 2004;13:120-128.

25. Viana PC, Correia A, Kovacs Z. The papillary veneers concept: an option for solving compromised dental situations. *J Am Dent Assoc* 2012;143:1313-1316.
26. Park JM, Park EJ, Kim SJ, Kim MR, Koak JY, Kim SK, et al. Prosthetic gingival reconstruction of challenging implant cases by direct pink composite resin build-up technique. *Implantology* 2014;18:56-63.