

ISSN: 0376-4672
eISSN: 2713-7961

대한치과의사협회지

Journal of **K**orean **D**ental **A**ssociation

Vol. **63** No.6 June **2025**

Journal of Korean Dental Association



KDA

KDA 대한치과의사협회
KOREAN DENTAL ASSOCIATION

대한치과의사협회지

Journal of Korean Dental Association

Vol.63 No.6

JUNE 2025



C O N T E N T S

Case Report

- 181-189** Diagnosis and treatment improvement of peri implantitis using quantitative light-induced fluorescence (QLF): A case report
Quantitative light-induced fluorescence(QLF)를 이용한 임플란트 주위염의 진단 및 치료개선: 증례 보고
Do-Young Ahn, Woo-Joo Kim, Dong-Won Lee, Hong-Cheol Yoon, Baek-Il Kim, Jeong-Ho Yun

Special Issue

- 190-196** Clinical application of functional and esthetic botox injections for dental practitioners
치과 임상의를 위한 기능적 및 심미적 보톡스 시술: 임상적 적용
Junyoung Kim
- 197-206** Facial asymmetry and nonfunctional chewing force in temporomandibular joint disorders: Case series
안면비대칭과 비기능적 저작력에 의한 턱관절 질환의 사례를 통한 고찰
Jinhyuk Hwang
- 207-215** Surgical treatment of mandibular prognathism using intraoral vertical ramus osteotomy
구내 상행지 수직골 절단술을 활용한 하악전돌증 수술치료의 최신 지견
Hwi-Dong Jung, You Na Oh, Gi Jung Kim

Editorial board

허민석	Min-Suk Heo
강진규	Jin-Kyu Kang
박준범	Jun-Beom Park
배아란	Ahran Pae
서덕규	Deog-Gyu Seo
성상진	Sang-Jin Sung
이 원	Won Lee
이효설	Hyo-Seol Lee
장현선	Hyun-Seon Jang
조자원	Ja-Won Cho
한상선	Sang-Sun Han

편집인 권궁록
발행처 대한치과의사협회

주소 04802 서울특별시 성동구 광나루로 257
전화 02-2024-9150
팩스 02-498-6320
e-mail: scientific@kda.or.kr
학술지 홈페이지 <https://jkda.or.kr/>
편집·인쇄 아람에디트/02-2273-2497
발간일 2025. 6. 30

Diagnosis and treatment improvement of peri implantitis using quantitative light-induced fluorescence (QLF): A case report

Quantitative light-induced fluorescence(QLF)를 이용한 임플란트 주위염의 진단 및 치료개선: 증례 보고

Do-Young Ahn^{ID 1,2}, Woo-Joo Kim^{ID 1,2}, Dong-Won Lee^{ID 3}, Hong-Cheol Yoon^{ID 4}, Baek-Il Kim^{ID 5}, Jeong-Ho Yun^{ID 1,2*}

¹Department of Periodontology, College of Dentistry and Institute of Oral Bioscience, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

²Research Institute of Clinical Medicine of Jeonbuk National University-Biomedical Research Institute of Jeonbuk National University Hospital, Jeonju, Korea

³Department of Periodontology, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

⁴BESTDEN Dental Clinic, Seoul, Korea

⁵Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, BK21 PLUS Project, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

ABSTRACT

Peri-implantitis is a major threat to implant longevity, requiring timely diagnosis and effective treatment. This case report describes two clinical cases where quantitative light-induced fluorescence (QLF) was used to detect and evaluate peri-implant biofilm. The first involved a medically compromised patient treated non-surgically using ultrasonic scalers, NiTi brushes, and an air-powder abrasive device. The second case required surgical intervention with flap elevation and bone grafting. In both cases, QLF enabled real-time visualization of biofilm accumulation and removal. Fluorescence intensity markedly decreased after treatment, indicating improved implant surface cleanliness. QLF allowed detection of residual biofilm that was not easily identified through traditional visual inspection, supporting more thorough decontamination. These findings suggest that QLF is a useful adjunctive tool for the diagnosis and evaluation of peri-implantitis. By enabling precise visualization of biofilm, QLF enhances conventional assessments and may contribute to better treatment outcomes and long-term implant maintenance. (*J Korean Dent Assoc* 2025; 63(6): 181-189)

Key words : Peri-Implantitis; Biofilms; Dental Implants; Fluorescence; Diagnosis

서론

임플란트 치료가 보편화되면서 무치악 부위의 치료 옵션으

로 임플란트를 선택하는 환자가 점점 증가하고 있다. 임플란트는 최후방 구치부를 포함하여 고정성 가공의치 등 기존의 보철 치료가 어려운 부위에도 적용할 수 있어, 치과 치료에서 필수적인 치료법으로 자리 잡았다. 그러나 임플란트 시술이 증가함에 따라 임플란트 주위염과 같은 합병증의 발생률도 높아지고 있으며, 이는 임플란트 치료의 장기적인 성공률을 위협하는 중요한 문제로 대두되고 있다^{1,2)}.

임플란트 주위염은 임플란트를 둘러싼 조직에서 골소실을 동반하는 복합적 염증성 질환으로, 주요 원인은 구강 내 바이

연구비 지원: 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00338812).

Received Mar 25, 2025; Revised May 19, 2025; Accepted May 21, 2025

*Corresponding author: Prof. Jeong-Ho Yun

Department of Periodontology, College of Dentistry, Jeonbuk National University, 20 Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54896, Korea
Tel: +82-63-250-2289, E-mail: grayheron@hanmail.net

오필름의 축적이다³⁾. 바이오필름은 병원성 세균 군집으로 이루어져 있으며, 이들 세균이 대사 과정에서 생성하는 염증성 물질이 질환의 진행을 촉진한다⁴⁾. 그러나 기존의 진단 방법으로는 초기 병변의 진행 상태나 미세한 바이오필름의 존재를 정확히 확인하는 데 어려움이 있다. 이러한 진단상의 한계로 인해 초기 발견이 지연되면서 보다 복잡하고 침습적인 치료가 필요해지는 경우가 많다^{5,6)}.

기존의 임상적 검사 및 방사선학적 검사, 육안 관찰만으로는 임플란트 주위염을 정확하게 평가하는 데 한계가 있다. 특히 초기 단계의 작은 병변은 육안으로 확인하기 어렵고, 방사선 촬영만으로는 조직의 미세한 변화를 충분히 평가하기에 한계가 있다⁷⁾. 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 진단 기술의 도입 필요성이 대두되었으며, 최근에는 quantitative light-induced fluorescence(QLF)와 같은 biofluorescence imaging system(BIS) 기술이 혁신적인 대안으로 주목받고 있다⁸⁾.

QLF는 비침습적 방식으로 특정 파장의 청색 가시광선(405 nm)를 조사하여, 세균 대사 산물인 포르피린에서 발생하는 적색 형광을 감지할 수 있다⁹⁾. 이를 통해 바이오필름의 성숙도 및 병원성을 정량적으로 평가할 수 있으며, 특히 QLF는 바이오필름의 미세한 분포까지 시각적으로 확인할 수 있어 진단의 정확도를 향상시키고 치료 계획 수립에 큰 도움을 줄 수 있다^{9,10)}. 선행 연구에 따르면 QLF를 활용하면 바이오필름의 위치와 분포

를 보다 명확하게 평가할 수 있으며, 형광 강도를 통해 병변의 심각도를 즉각적으로 확인할 수 있다^{9,11)}. 그러나 QLF를 활용해서 임플란트 주위염을 평가하거나 치료 전후의 형광의 변화를 평가한 임상 연구는 부족한 실정이었다.

따라서 본 증례 보고에서는 QLF(Qraypen C, AIOBIO, Seoul, Korea)(Fig. 1)를 이용하여 임플란트 표면의 바이오필름을 실시간으로 측정하고, 제거 정도를 평가함으로써 치료 결과를 즉각적으로 분석한 두 가지 증례를 소개하고자 한다.

증례

증례 1

78세 여성 환자가 하악 전치부 #33, 43 임플란트 주변의 잇몸 시림 및 지속적인 불편감을 주소로 전북대학교 치과병원 치주과에 내원하였다. 해당 환자는 본원 치주과에서 정기적으로 유지 치주 치료를 받아오던 중, 개인적인 사정으로 인해 1년 6개월간 내원이 중단되었다. 환자는 쇼그렌증후군(Sjögren's syndrome)과 골다공증을 기저질환으로 가지고 있었으며, 장기간 경과 관찰이 이루어지지 않은 상태에서 증상이 악화되어 다시 치료를 원하였다.



Fig. 1 Quantitative light-induced fluorescence (QLF) instrument used in this study (Qraypen C, AIOBIO, Seoul, South Korea).

임상 검사 결과, #33, 43 임플란트 주위에서 지속적인 염증 소견이 관찰되었으며, 6 mm 가량의 탐침 깊이와 탐침시 출혈, 그리고 치은 상방으로 상당히 노출된 임플란트 나사선이 해당 문장에 탐침시 출혈 소견이 보인다는 내용을 추가했습니다. 방사선사진에서도 임플란트 주위의 골 소실이 확인되었으며, 특히 #33 임플란트 주위에서 심한 골 소실이 진행된 양상이 관찰되었다. 육안 평가 결과, 임플란트 표면에 일부 바이오필름이 부착된 것이 확인되었으나, QLF를 이용한 평가에서는 육안으로 확인되지 않던 미세한 바이오필름까지 명확하게 관찰되었다. 특히, QLF 영상에서는 바이오필름이 광범위하게 축적된 상태를 시각적으로 확인할 수 있어, 이를 통해 환자에게 구강 위생 관리의 필요성을 강조하였다(Fig. 2).

이에 따라 임플란트 주위염으로 진단하였으며, 임플란트 주위 바이오필름 제거를 위해 먼저 임플란트 전용 스케일러 팁 (STS-5E, B&L BioTech, Seoul, Korea)을 사용하여 임플란트의 전체적인 부위를 세정한 후, NiTi 브러시(TN Brush,

Dentium, Seoul, Korea)를 이용하여 치은연상(supragingival) 임플란트 표면 부위를 세정하고, air-powder abrasive device(PERIOFLOW® handpiece, EMS Dental, Nyon, Switzerland)를 이용하여 치은연하부위를 세정하였다. 바이오필름 제거 후, 다시 QLF 촬영을 시행하여 치료 전후의 차이를 평가하였으며, 육안 평가만으로는 깨끗해 보였던 부위에서도 일부 잔존 바이오필름이 확인되었다. 이를 통해 보다 명확하게 바이오필름 제거 상태를 평가할 수 있었으며, 추가 처치를 통해 보다 철저한 세정이 가능하였다. 이후, 0.2% 클로르헥시딘으로 세정을 시행한 후, 염증 조절을 위해 2% 미노사이클린 연고(Perioline®, Sunstar, Osaka, Japan)를 임플란트 주위 병소에 국소 적용하였다(Fig. 3).

2주 후 내원 시 평가한 결과, 임플란트 주위 염증이 현저히 감소하였으며, 조직 상태가 양호하게 유지되고 있었다. 치료 후 임플란트 표면은 깨끗이 유지되었으며, 추가적인 염증은 발견되지 않았다. 환자는 임상적으로 불편감을 호소하지 않았으며,

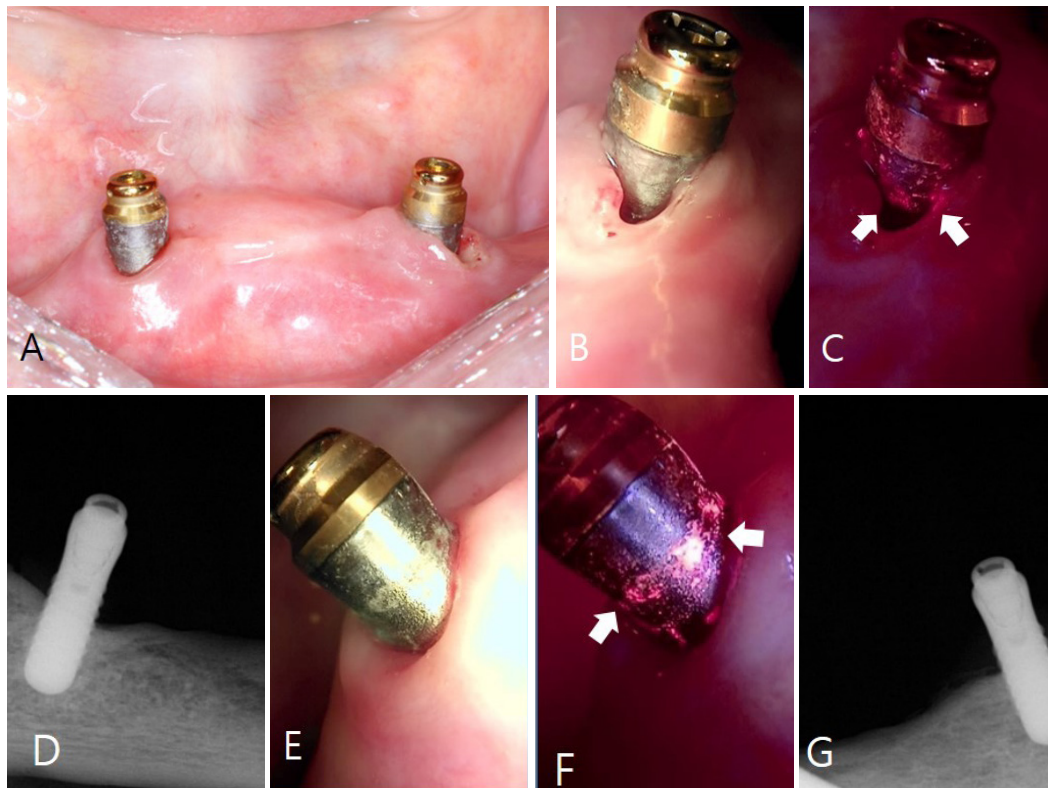


Fig. 2. A. Clinical photograph before treatment. B. Clinical photograph of the #33 implant site. C. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) image of #33 shows plaque accumulation on the implant surface. D. Periapical radiograph reveals advanced bone loss around #33. E. Clinical photograph of the #43 implant site. F. QLF image of #43 shows plaque accumulation on the implant surface. G. Periapical radiograph reveals bone loss around #43. Plaque accumulation is clearly visualized in the QLF images (white arrow), including biofilm not detectable by visual inspection.

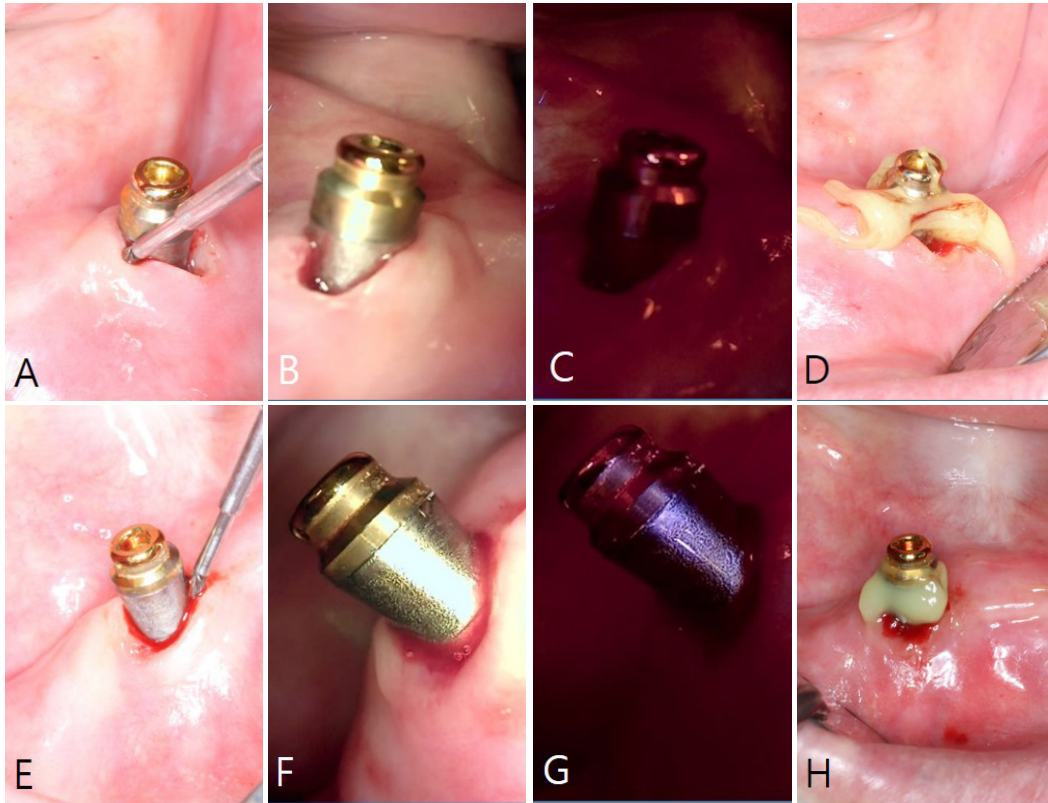


Fig. 3. A and E. NiTi brush is used for mechanical decontamination of the implant surface. B and F. Clinical photographs show the implant surface after decontamination. C and G. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) images show the implant surface after decontamination. D and H. Minocycline ointment is applied for chemical decontamination. QLF images confirm the complete removal of plaque from the implant surface, and no plaque accumulation is observed

구강 내 증상도 호전되었다. 6개월 후 경과 관찰 및 유지 치료를 위해 재내원한 결과, 주변에 미약한 염증 소견이 관찰되었으나, 임플란트 주위 조직은 안정적으로 유지되고 있었고, 추가적인 골 소실은 관찰되지 않았다(Fig. 4).

증례 2

61세 남성 환자가 #46 임플란트의 나사 풀림을 주소로 전북 대학교 치과병원 치과보철과에 내원하였으며, 해당 임플란트 주위의 지속적인 출혈과 불편감으로 인해 협진 의뢰되어 치주과에 방문하였다. 환자는 고지혈증 외에 다른 기저질환은 없었으며, #46 임플란트는 약 5년 전 지역 치과에서 식립되었으나, 해당 치과가 폐업한 상태로 본원 치주과에서 치료를 받기를 원하였다.

임상 검사 결과, #46 임플란트 주변에 6 mm 이상의 깊은 치주낭이 형성되어 있었으며, 탐침 시 출혈이 관찰되었다. 방사선사진에서는 임플란트 주위의 골 소실이 확인되었으며, 구강

내 전반적인 치주염도 동반되어 있었다. 이에 따라, 우선적으로 양측 상악 제3대구치 발치를 동반한 전악의 비외과적 처치(스케일링 및 치근활택술)를 시행한 후, QLF를 활용한 #46 임플란트 표면 오염 제거를 진행하는 것으로 치료 계획을 수립하였다(Fig. 5).

#46 임플란트 주위의 출혈 및 염증 반응을 포함한 임플란트 주위염이 지속되어, 임플란트 표면의 보다 적극적인 오염 제거를 위해 전충판막 거상술을 시행하기로 결정하였다. 이를 위해 #15T blade 및 #12 blade를 이용하여 #45 치아의 원심 선각 부위부터 열구내 절개를 시행하였으며, #46 임플란트의 원심 측 무치악 부위에는 치조정 절개를 시행하였다. 전충판막을 거상한 후, 임플란트 표면의 오염 상태를 보다 명확히 평가하기 위해 QLF 촬영을 시행하였다.

QLF 영상을 통해 임플란트 표면의 바이오필름 분포를 명확히 확인할 수 있었으며, 육안 검사보다 더욱 정밀하게 오염된 부위를 평가할 수 있었다. 이에 따라 첫번째 케이스와 마찬가지로 임플란트 전용 스케일러 팁, NiTi 브러시 (Ti Brush,

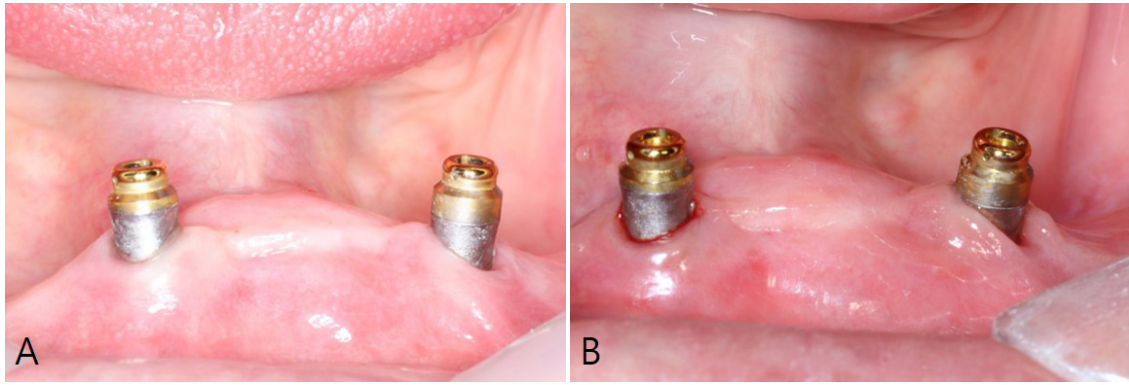


Fig. 4. A. At the 2-week follow-up, peri-implant inflammation is significantly reduced, and the soft tissue condition remains stable. The implant surface is clean with no signs of additional inflammation, and the patient reports no discomfort. B. At the 6-month follow-up, mild peri-implant inflammation is observed, but the surrounding tissues remain stable with no additional bone loss.

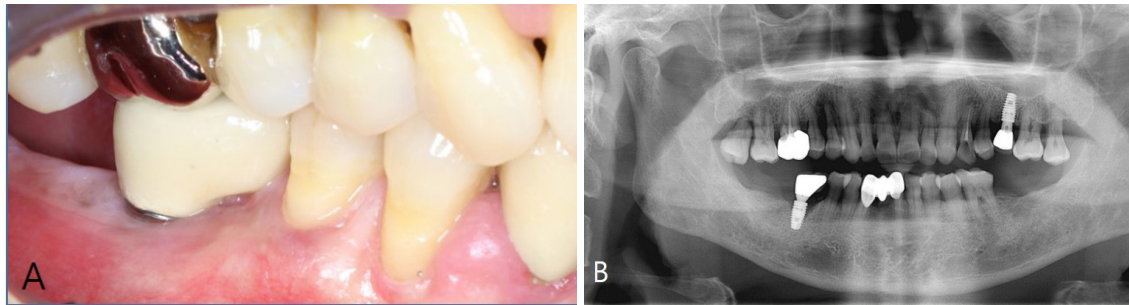


Fig. 5. A. Clinical photograph of the #46 implant site prior to treatment. B. Panoramic radiograph reveals bone loss around the #46 implant.

Megagen, Daegu, Korea), air-powder abrasive device를 순서대로 사용하여 임플란트 표면을 세정하였으며, 치료 효과를 평가하기 위해 QLF를 다시 촬영하였다(Fig. 6).

또한, 임플란트 주위에 환상형 골결손이 관찰되어, #46 임플란트 주변 골 결손 부위에 동종골이식재(ICB, irradiated allogenic cancellous bone and marrow, Rocky Mountain Tissue Bank, USA)와 흡수성 콜라겐 멤브레인(OssMem Soft, Osstem Implant Co., Seoul, Korea)을 적용하였다. 이후, 5-0 흡수성 합성 봉합사(Coated Vicryl™, Ethicon, Johnson and Johnson, Somerville, USA)를 이용하여 고정성 봉합(anchor suture)을 시행하고, 5-0 흡수성 단일 섬유 봉합사(Monosyn®, B. Braun, Tuttlingen, Germany)로 변형 Laurell 봉합 및 단순 단속 봉합을 시행하였다(Fig. 7).

임플란트 표면 오염 제거를 위한 판막술 시행 2주 후, 환자가 내원하여 봉합사를 제거하였으며, 치유 상태는 양호하였고 별다른 이상 소견은 관찰되지 않았다. 수술 2달 후 경과 관찰을 시행한 결과, 외과적 처치로 인한 치은 퇴축으로 인해 임플란트

의 금속 표면 일부가 구강 내로 노출되었으나, 환자는 임상적으로 불편감을 호소하지 않았다. 또한, 치료 전과 비교하여 임플란트 표면의 위생 관리가 개선되었으며, 전반적인 구강 상태도 안정적인 양상을 보였다. 5개월 후 유지 관리를 위해 환자가 재내원하였으며, 임플란트 주변 연조직 상태는 양호하였고, 임상적으로 염증 소견은 관찰되지 않았다. 방사선사진에서 결손 부위에서 골 형성이 진행되는 양상이 확인되었으며, 임플란트 주변의 골 상태 역시 안정적으로 유지되었고, 별다른 병적 소견은 나타나지 않았다(Fig. 8).

토의

임플란트 주위염은 골소실을 동반한 임플란트 주위 조직의 염증으로 정의되며, 일반적으로 비선형적이고 가속화되는 진행 패턴을 보이며 통상적인 치주염보다 더 빠르게 진행될 수 있다. 주된 원인은 바이오필름의 축적이며, 연구에 따르면 임플란트

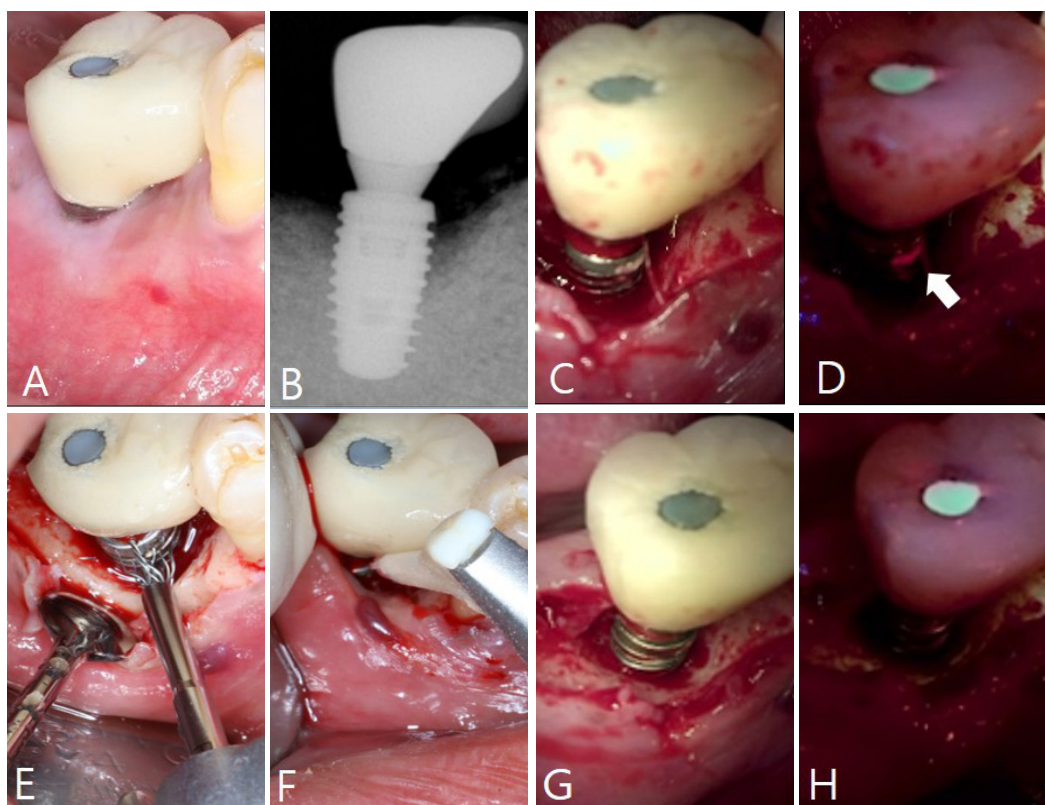


Fig. 6. A. Pre-treatment clinical photograph. B. Periapical standard radiograph. C. Clinical photograph after flap elevation. D. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) image reveals biofilm on the implant surface (white arrow). E. Implant surface is decontaminated using a NiTi brush. F. Implant surface is decontaminated using an air-powder abrasive device. G. Clinical photograph shows the implant surface after decontamination. H. QLF image confirms a clean implant surface

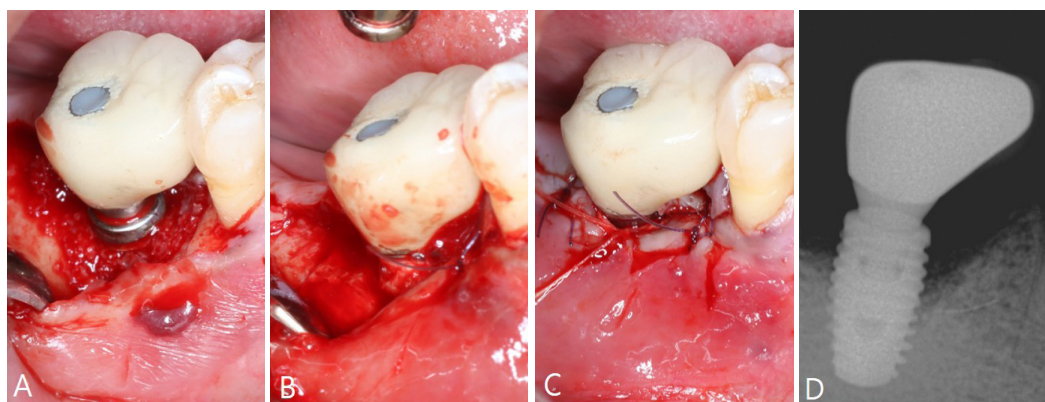


Fig. 7. A. A circumferential bone defect is observed around the implant at site #46, and allograft is applied. B. The grafted area is covered with a resorbable collagen membrane. C. An anchor suture is placed using a 5-0 absorbable synthetic suture, followed by a modified Laurell suture and interrupted sutures using a 5-0 absorbable monofilament suture. D. A postoperative periapical radiograph shows the implant at site #46 with the grafted area.

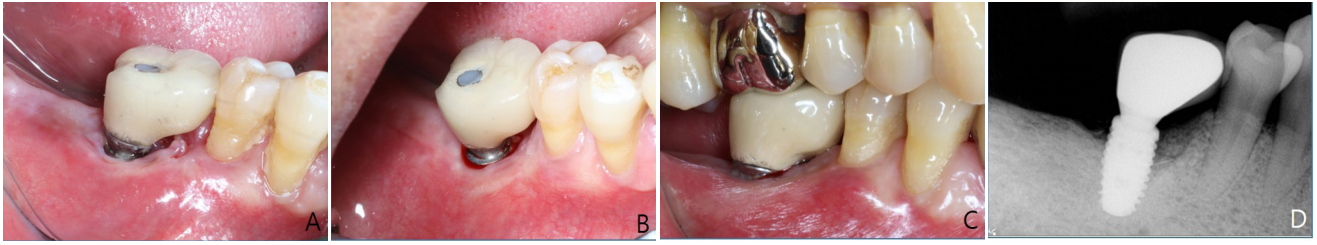


Fig. 8. A. Stitch-out is performed at 2 weeks after implant surface decontamination, with no specific complications observed. B. At the 2-month follow-up, partial exposure of the implant surface due to gingival recession is noted, but the patient reports no discomfort. C and D. At the 5-month follow-up, clinical photograph and radiograph show healthy peri-implant soft tissue without signs of inflammation, and bone fill is observed in the defect area.

트 주위염은 초기 단계에서 임플란트 주위 점막에 국한된 염증인 임플란트 주위 점막염으로부터 시작된다³⁾.

임플란트 주위 점막염은 적절한 바이오필름 조절 전략이 적용될 경우 가역적이지만, 치료가 이루어지지 않으면 비가역적인 골소실을 동반하는 임플란트 주위염으로 발전할 수 있다. 또한, 임플란트 주위염은 치료 후에도 재발 가능성이 있으며, 5년 후 32-44%의 재발률이 보고되었다⁴⁾. 이는 임플란트 주위염의 완치가 어렵고, 정기적인 유지 관리 및 조기 진단을 통해 질환의 진행을 방지하는 것이 중요함을 시사한다.

임플란트 주위염의 완치가 어려운 원인은 다양하지만, 그중 하나는 임플란트 나사선에 바이오필름이 쉽게 침착되며 제거가 어렵다는 점이다. 임플란트 나사선의 요철 구조는 세균과 바이오필름의 부착을 용이하게 하며, 이러한 침착물을 제거하는 과정 또한 어려움이 따른다¹²⁾. 특히, 깊은 부위까지 기구가 도달하기 어려워 물리적 세정이 제한되며, 표면의 미세한 요철로 인해 세균이 쉽게 부착하고 잔존할 가능성이 높다¹³⁾.

이에 따라, 최근 QLF 기술이 임플란트 주위염의 진단과 치료 평가에 중요한 도구로 주목받고 있다. QLF는 405 nm의 청색광을 조사하여 세균 대사 산물인 포르피린에서 발생하는 적색 형광을 감지함으로써 병원성 바이오필름을 시각적으로 평가할 수 있다⁹⁾. 이를 통해, 기존 방법으로 감지되지 않는 미세한 바이오필름 및 초기 병변을 보다 명확하게 시각적으로 확인할 수 있으며, 치료 계획 수립에도 중요한 역할을 할 수 있다¹⁴⁾.

본 증례에서는 QLF를 이용하여 임플란트 주위염이 의심되는 임플란트 주위의 오염 상태를 진단하고, 치료 전후 변화를 평가하였다. QLF 촬영을 통해 육안으로는 확인되지 않던 미세한 바이오필름을 명확하게 시각화할 수 있으며, 치료 과정에서의 세정 효과를 객관적으로 평가할 수 있었다. 치료 효과를 높이기 위해 기본적인 초음파 스케일러에 더하여, NiTi 브러쉬와 air-powder abrasive device를 추가적으로 사용하였다. 연구

에 따르면, NiTi 브러쉬는 임플란트 나사선의 함몰 부위(valley)까지 효과적으로 접근하여 세정함으로써 임플란트 표면을 효과적으로 세척하고, 탐침 깊이를 감소시키는 데 기여할 수 있다^{15,16)}. 또한, air-powder abrasive device는 임플란트 표면의 손상을 최소화하면서 바이오필름 제거 및 미생물 환경 개선을 통해 출혈과 화농을 포함한 염증 반응을 효과적으로 감소시키는 것으로 보고되고 있다¹⁶⁻¹⁸⁾.

첫 번째 증례는 쇼그렌 증후군 및 골다공증을 동반한 고령 환자의 임플란트에서 심각한 바이오필름 축적과 골 소실을 포함한 임플란트 주위염이 관찰된 사례이다. 환자는 고령으로 인해 외과적 처치에 대한 거부감을 나타내어 비외과적 치료 방법만을 적용하기로 계획하였다. 또한, 환자가 불규칙한 내원 양상을 보여 추가적인 동기 부여가 필요하였다. 따라서 바이오필름 침착의 범위와 심각도를 보다 명확하게 평가하고 환자에게 현재 상태를 각인시켜 동기 부여를 강화하기 위하여, 기존의 임상적 및 방사선학적 평가에 추가적으로 QLF 촬영을 시행하였다. 초음파 스케일러와 NiTi 브러쉬, air-powder abrasive device를 사용하여 바이오필름을 제거한 후, 다시 QLF 촬영을 시행하여 치료 전후의 차이를 시각화하여 비교하였으며, 바이오필름 잔존 여부를 확실히 확인함으로써 보다 철저한 처치가 가능하였다.

두 번째 증례에서도 QLF는 임플란트 표면의 잔존 바이오필름을 시각적으로 명확하게 평가하고, 철저한 세정이 이루어졌음을 검증하는 데 중요한 역할을 하였다. 첫 번째 증례와 달리, 외과적 처치 중 실시간으로 QLF를 활용하여 임플란트 표면의 세정 상태를 평가하였다. 기존의 육안 평가나 방사선 사진만으로는 잔존 바이오필름을 정확히 확인하기 어려운 경우가 많지만, QLF를 통해 오염 상태를 명확하게 시각화할 수 있었으며, 보다 면밀한 임플란트 표면 세정이 가능하였다. QLF 촬영을 통해 세정이 완료된 임플란트 표면을 분석한 결과, 추가적인 바이

오필름이 남아 있지 않음을 객관적으로 확인할 수 있었으며, 이는 치료 후 잔존 오염물에 대한 불확실성을 줄이는 데 기여하였다. 이러한 철저한 바이오필름 제거를 통해 감염 위험을 최소화하고 임플란트 주위 환경을 개선함으로써, 결손 부위의 골 형성을 촉진하여 양호한 임상적 결과를 얻을 수 있었다.

증례 1과 2 모두 환자의 전신 건강 상태 및 지리적 요인으로 인해 지속적인 경과 관찰이 이루어지지 못한 한계가 있었으나, 짧은 경과 관찰 기간 내에서 QLF를 활용한 임플란트 유지 관리가 효과적이었음을 확인할 수 있었다. 첫 번째 증례에서는 비외과적 처치에 QLF를 적용하였고, 두 번째 증례에서는 외과적 처치에 QLF를 적용했다는 차이가 있었지만, 두 증례 모두에서 임플란트 주변 바이오필름의 명확한 확인과 효과적인 처치를 가능하게 하였다. 또한, 환자에게 현재 상태를 시각적으로 명확하게 인식시킴으로써 임플란트 유지와 구강 위생 관리에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 동기 부여를 강화하는 효과가 있었다. 따라서 본 증례를 통해 QLF가 임플란트 주위염의 진단과 치료에 효과적으로 활용될 수 있음을 확인할 수 있었으며, 향후 연구에서는 보다 장기적인 경과 관찰을 통해 그 임상적 유효성을 평가하는 것이 필요할 것으로 보인다.

본 증례에서는 임플란트 주위염 치료에서 QLF를 보조적 평가 도구로 활용하였다. 치료 전 QLF를 이용하여 임플란트 표면에 침착된 세균을 시각화함으로써, 병변 상태를 보다 면밀하게 평가할 수 있었다. 또한, 치료 후 임플란트 표면을 QLF로 재촬영하여 잔존 바이오필름 여부를 확인함으로써, 보다 철저한 표면 세정이 가능하였다. 임상 의는 진단 및 치료 시 QLF를 보조적 도구로 활용함으로써 현재 상태를 보다 명확하게 파악할 수 있으며, 이를 통해 더욱 세심한 처치를 진행하여 보다 양호한 치료 결과를 얻을 수 있을 것이다.

Conflicts of Interest: HC Yoon is an employee of AIO-BIO Co., Ltd. The other authors declare no conflicts of interest.

Reference

1. Derks J, Schaller D, Håkansson J, Wennström JL, Tomasi C, Berglundh T. Effectiveness of implant therapy analyzed in a swedish population: prevalence of peri-implantitis. *J Dent*

- Res* 2016; 95: 43-9.
2. Koldstad OC, Scheie AA, Aass AM. Prevalence of peri-implantitis related to severity of the disease with different degrees of bone loss. *J Periodontol* 2010; 81: 231-8.
3. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al. Peri-implant diseases and conditions: consensus report of workgroup 4 of the 2017 world workshop on the classification of periodontal and peri-implant diseases and conditions. *J Periodontol* 2018; 89 Suppl 1: S313-8.
4. Herrera D, Berglundh T, Schwarz F, Happle I, Jepsen S, Sculean A, et al. Prevention and treatment of peri-implant diseases-the EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol* 2023; 50 Suppl 26: 4-76.
5. Kim Y, Ku JK. Quantitative light-induced fluorescence-guided surgery for medication-related osteomyelitis of the jaw. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2024; 45: 103867.
6. Lee ES, de Josselin de Jong E, Kim E, Kim BI. Real-time optical detection of endodontic infection using bacterial autofluorescence. *J Dent* 2023; 136: 104600.
7. Lee JW, Lee ES, Kim BI. Can red fluorescence be useful in diagnostic decision making of residual dentin caries? *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2019; 26: 43-4.
8. Kang SM, de Josselin de Jong E, Higham SM, Hope CK, Kim BI. Fluorescence fingerprints of oral bacteria. *J Biophotonics* 2020; 13: e201900190.
9. Kim YS, Lee ES, Kwon HK, Kim BI. Monitoring the maturation process of a dental microcosm biofilm using the Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital (QLF-D). *J Dent* 2014; 42: 691-6.
10. Khudanov B, Jung HI, Kahharova D, Lee JW, Hamidov I, Lee ES, Kim BI. Effect of an oral health education program based on the use of quantitative light-induced fluorescence technology in Uzbekistan adolescents. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2018; 21: 379-84.
11. Han SY, Kim BR, Ko HY, Kwon HK, Kim BI. Assessing the use of Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital as a clinical plaque assessment. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2016; 13: 34-9.

12. Figuero E, Graziani F, Sanz I, Herrera D, Sanz M. Management of peri-implant mucositis and peri-implantitis. *Periodontol* 2000 2014; 66: 255-73.
13. Beheshti Maal M, Verket A. Implantoplasty- provoking or reducing inflammation? - a systematic scoping review. *Acta Odontol Scand* 2022; 80: 105-16.
14. Lee ES, de Josselin de Jong E, Kim BI. Detection of dental plaque and its potential pathogenicity using quantitative light-induced fluorescence. *J Biophotonics* 2019; 12: e201800414.
15. Karimi MR, Farkhondemehr B, Ghaeni Najafi M, Etemadi A, Chiniforush N. Efficacy of titanium brush, 915 nm diode laser, citric acid for eradication of *Staphylococcus aureus* from implant surfaces. *BMC Oral Health* 2021; 21: 631.
16. Cha JK, Paeng K, Jung UW, Choi SH, Sanz M, Sanz-Martín I. The effect of five mechanical instrumentation protocols on implant surface topography and roughness: a scanning electron microscope and confocal laser scanning microscope analysis. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30: 578-87.
17. Renvert S, Lindahl C, Roos Jansåker AM, Persson GR. Treatment of peri-implantitis using an Er:YAG laser or an air-abrasive device: a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. *J Clin Periodontol* 2011; 38: 65-73.
18. Stein JM, Conrads G, Abdelbary MMH, Yekta-Michael SS, Buttler P, Glock J, et al. Antimicrobial efficiency and cytocompatibility of different decontamination methods on titanium and zirconium surfaces. *Clin Oral Implants Res* 2023; 34: 20-32.

Clinical application of functional and esthetic botox injections for dental practitioners

치과 임상의를 위한 기능적 및 심미적 보톡스 시술: 임상적 적용

Junyoung Kim 

Seoul Grand Dental Clinic, Seoul, Korea

ABSTRACT

Modern dental practice is expanding beyond the treatment of oral diseases to encompass both functional restoration and esthetic enhancement. The clinical application of botulinum toxin is gaining attention not only for treating functional disorders such as temporomandibular disorders, bruxism, and masseteric hypertrophy, but also for improving esthetic concerns including facial asymmetry, perioral wrinkles, and smile lines. This study systematically reviews the functional and esthetic applications of Botox in dental practice and proposes clinical guidelines for safe and effective practice. Based on the anatomical understanding of facial musculature, key target areas, injection techniques, appropriate dosages, and strategies for minimizing complications are discussed. Additionally, legal and ethical considerations surrounding Botox use by dental practitioners in Korea are reviewed based on the latest court rulings. This research aims to provide dental clinicians with evidence-based insights for utilizing Botox safely and effectively, enhancing both patient functionality and satisfaction. (*J Korean Dent Assoc* 2025; 63(6): 190-196)

Key words : Botulinum Toxins; Temporomandibular Joint Disorders; Bruxism; Esthetics; Dentists

서론

치과 진료의 영역은 지속적으로 확장되고 있으며, 단순한 구강 질환 치료를 넘어, 기능적 회복뿐만 아니라 심미적 만족을 추구하는 방향으로 발전하고 있다. 기존의 치과 치료가 치아 및 주위조직의 질환 관리에 집중되었던 것과 달리, 최근에는 얼굴 전체의 조화와 아름다움을 고려한 통합적 접근이 중요시 되고 있다. 이러한 변화는 환자의 기대 수준 향상과 심미 치의학에 대한 관심 증가에 기인하며, 이는 치과 임상의로 하여금 새로운 치료 방법을 모색하도록 요구하고 있다. 보툴리눔 독소(botulinum toxin)은 신경근 접합부에서 아세틸콜린의 분

비를 억제하여 근육 수축을 일시적으로 차단하는 효과를 가지며, 주로 주름 개선과 근육 비대 감소를 목적으로 미용 및 의료 분야에서 널리 사용되고 있다. 치과 영역에서는 턱관절 장애(temporomandibular disorders, TMD), 교근 비대(masseteric hypertrophy), 이갈이(bruxism) 등 다양한 기능성 질환의 치료에 효과적일 뿐만 아니라, 안면 비대칭, 주름 개선, 잇몸 노출증과 같은 심미적 문제 해결에도 사용되고 있다.

특히 2016년 대법원 판례(2013도850)¹⁾는 치과 의사의 보톡스 시술 권한을 위협성이 높지 않은 안면부의 심미적 시술까지 수행할 수 있음을 인정하였다. 이에 따라 치과 임상에서 보톡스의 적용 범위가 확대되었으며, 환자에게 더 다양한 치료 옵션을 제공할 수 있게 되었다.

본 논문은 이러한 변화에 대응하여, 치과 임상에서 보톡스의 기능적이고 심미적인 활용에 대해 고찰하고, 안전한 시술을 위한 임상적인 지침을 제시하고자 한다.

*Corresponding author: Dr. Junyoung Kim
Seoul Grand Dental Clinic, 64, Yangpyeong-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07222, Korea
Tel: +82-2-2637-2080, E-mail: kgy2685@naver.com

본론

1. 보톡스 시술

1) 보톡스의 희석 및 보관

현재 보톡스의 제조사에서 권장하는 희석 방법은 생리식염수를 사용하는 것이 일반적이다. 동결 건조된 보톡스 제재를 희석할 때 거품이 발생되면 변성되어 역가가 떨어질 수 있다는 보고도 있어, 주사침이 바이알의 벽에 접촉하게 한 후 생리식염수를 서서히 주입한다. 이때 진공상태가 느껴지지 않을 경우, 그 바이알은 오염되었을 가능성이 있어 폐기되어야 한다. 저자의 경우 5cc 주사기에 희석하고자 하는 용액을 정확히 뽑은 뒤에 약 1cc 정도의 공기를 더해서, 바이알에 주사기를 꽂았을 때 진공상태의 음압에 의해 갑작스럽게 용액이 빨려 들어가지 않도록 우선 공기가 주입되고, 그 후 용액이 빨려 들어가도록 하는 방법을 사용하고 있다. 거품이 나는 것은 단백질의 변성을 가져올 수 있기 때문에 용액의 주입은 서서히 조심스럽게 이루어지는 것이 좋다. 원하는 양의 용액이 주입되면, 조심스럽게 바이알을 돌려서 고르게 독소가 섞이도록 하는데 이때도 거품이 나지 않도록 주의해야 한다. 시술을 위해서 주사기로 다시 희석된 용액을 뽑을 때에도 거품이 형성되지 않도록 조심하는 것이 좋다. 시술의 효과를 항상 최상으로 유지하는데 주의해야 할 부분의 하나로 볼 수 있다. 보톡스는 각 병원에서 보관할 때 세심한 주의가 필요하다. 희석 전에는 냉동실에, 사용 후 남은 용액은 냉장실에 바로 보관하는 것이 좋다. 제조사에서는 희석 후 4시간 이내 사용을 권유하나, 냉장보관만 정확히 하였다면 희석 후 1주가 지나더라도 역가에 큰 영향이 없는 것으로 생각하고 있으며, 실제로 1주 정도 보관된 희석된 보톡스는 많은 의원에서 자주는 아니어도 상황에 따라 사용하고 있는 것이 현실적이다. 일부 연구에서 희석 후 4주 정도까지도 역가의 변화가 크지 않다는 결과를 보이고 있지만, 실제 임상에서 1주 이상 지난 보톡스를 시술에 사용하는 것은 아직 시기 상조라고 생각하고 있다. 보관에 관하여는 더 연구가 필요하리라 사료되며, 저자는 가급적 제조사의 주의사항을 따르는 것을 권유한다.

2) 희석 농도의 선택

여러 의사들이 여러 가지 서로 다른 희석 방법을 사용하고 있다. 희석배수가 낮으면 같은 단위를 주사하기 위해 필요한 주사량이 줄어들어 주변으로 퍼짐이 적어지고, 정확히 원하는 근육

에만 효과를 국한시킬 수 있으므로 부작용이 줄어들 수 있다고 생각하는 사람도 있다. 하지만 너무 적은 양을 주사하기 때문에 오는 불편함과 주사 후 주사기 끝에 남은 잔량으로 인해 약재의 손실을 줄 수 있어, 낮은 희석 배수의 고농도 보톡스만을 고집하기는 힘들다. 희석 배수를 결정하는데 이런 점도 고려하고 있다는 것을 이해하는 것이 좋다. 보톡스 시술은 처음 시술을 시작할 때 사용한 배수가 결국은 굳어져서 계속 같은 희석 배수를 사용할 가능성이 높다. 희석 배수가 달라지면 주사 놓는 양이 바뀌고, 순간적으로 계산의 어려움을 겪게 되어 혼란스러울 수 있기 때문에 각 의사마다 희석 방법이 고정되면, 일반적으로 나중에 바꾸기는 쉽지 않다. 이론적으로 보면, 희석 배수가 다르더라도 그때마다 계산하여 주사량을 수정하면 같은 양의 보톡스를 주사할 수 있을 것 같지만, 보톡스 시술의 횟수가 많아지면 결국 자신에게 익숙한 위치와 양이 정해져서 나중에 일어나는 눈에 보이지 않는 미세한 변화로 인해 보톡스 시술 결과에 영향을 주는 부분이 생길 수 있을 것이다. 저자는 보통 교근(masseter)이나 측두근(temporalis) 시술의 경우 상대적으로 다량의 보톡스를 주사해야 하는 큰 근육이기 때문에 100U에 2cc 정도를 희석하고 사용하고 있다. 안면부의 안륜근(orbicularis oculi), 전두근(frontalis), 추미근(corrugator Supercilii) 등의 심미적인 시술의 경우에는 주사 부위당 2.5U를 놓는 경우가 많아서, 100U에 4cc를 희석하여 0.1cc에 2.5U이 들어있도록 한다.

3) 보톡스 시술의 금기

보톡스는 이론적으로 보툴리눔 독소증(botulism)을 일으키는 *Clostridium botulinum*이라는 그람 양성 혐기성 세균을 이용한 것이므로 정신과적으로 문제가 있는 환자는 피하는 것이 좋다. 실제로 독소이기 때문에 불안정한 정신적인 문제를 가지고 있는 사람들은 결국 독소로 인한 부작용이나 공포감을 지우지 못하는 경우가 있을 수 있기 때문이다. 또한 정신과적인 문제가 없더라도 시술 전 상담에서 비현실적 기대를 하는 환자를 선별하는 것이 중요하다. 신경근 질환(neuromuscular disorders)이 있거나 신경퇴행성 질환(neurodegenerative diseases), 예를 들어 중증 근무력증(myasthenia gravis), lambert-eaton 증후군, 근위축성 측삭 경화증(amyotrophic lateral sclerosis, ALS) 등의 환자들에게는 보톡스 시술 대상에서 제외되어야 한다. 이론적으로 보톡스와 약물 상호작용이 보고된 약물은 아미노글리코사이드 항생제(aminoglycoside

antibiotics), 페니실라민(penicillamine), 퀴니딘(quinidine), 칼슘 채널 차단제(calcium channel blockers), 황산 마그네슘(magnesium sulfate), 석시닐콜린(succinylcholine), 폴리믹신(polymyxin) 등이 여기에 속한다. 해당 약물을 복용하고 있는 환자에서도 보톡스 시술을 하지 않는 것이 좋다²⁾. 아직 정확한 연구 결과가 있는 것은 아니지만 일반적으로 임신 및 수유 중인 환자는 보톡스의 사용이 권장되지 않는다. 또한 신체 이형장애(body dysmorphic syndrome) 환자, 켈로이드 반흔(keloidal scarring) 경향이 있는 환자, 치료 부위에 활성 피부 질환 또는 감염이 있는 경우, 치료 부위에 운동 약화가 있는 경우, 보툴리눔 독신 성분에 과민반응을 보이는 경우에도 보톡스 사용의 금기증이다.

4) 사각턱, 이갈이, 측두하악장애의 치료(masseter, temporalis)

사각턱, 이갈이나 측두하악장애 환자에게 시행하는 보톡스 치료시 주입하는 근육은 교근과 측두근이다. 교근에 보톡스를 주입시 교근의 하부의 중간 부위에 주사하여야 한다. 만약 교근 상부에 주입할 경우 교근의 주신경(masseteric nerve trunk)과 귀밑샘관(parotid duct)의 손상이 일어날 수 있어 주사를 피해야 한다. 교근 전방에 주사할 경우에는 광경근(risorius muscle)으로 보톡스가 확산되어 비대칭적인 미소를 유발할 수 있으며, 특히 표층 주사시 더 위험성이 높다. 교근 전하방부는 안면동맥(facial artery)이 교근 바로 앞을 따라 주행하기 때문에 주의하여야 하며, 교근 후하방부는 귀밑샘과 겹치는 부위이므로 교근 비대로 인한 사각턱이나, 교근의 과활성화로 인한 이갈이, 측두하악장애의 치료시에는 주사하지 않는 부위이다³⁻⁵⁾. 일반적으로 추천하는 주입위치는 입꼬리와 귀볼 말단부

를 연결하는 선을 상부 기준선으로 하악 하연을 하부 기준선으로 하여 그 사이에 위치하는 교근에 보톡스를 주입한다. 편측으로 20-30U씩 3-5군에 나누어 보톡스를 주입하며, 주사 전 환자에게 여러번 물게 하여 교근의 전방경계와 후방경계를 명확히 촉진하여 주입하는 것이 좋다(Fig. 1). 주사는 바늘을 피부에 수직으로 세운 상태에서 바늘이 골막에 닿을 때까지 깊숙이 삽입한 후 역주입(retrograde injection) 방식으로 층층이(layer by layer) 주입하는 것이 바람직하다. 만약 층층이 주입하지 않는다면, 깊은 하부 건(deep inferior tendons)이 보톡스의 확산을 차단하여, 역설적인 교근 돌출 현상(paradoxical masseteric bulging)을 유발할 수 있다. 또한 너무 앞쪽으로 보톡스를 주입한다면, 패인 볼(sunken cheek) 현상이 나타날 수 있기 때문에, 교근의 전방 경계에서 최소 1cm 정도 떨어진 지점에 깊게 주사하는 것이 바람직하다³⁾. 측두근에 보톡스를 주입시 광대궁(zygomatic arch)에서 최소 45mm 위쪽에 주사해야 측두근의 정확한 위치에 주사할 수 있고, 바늘이 저항성이 있는 표재성 및 심부 측두근막(superficial and deep temporal fascia)을 통과한 후 바늘이 뼈표면에 닿았을 때 약간 뒤로 당겨서 역주입 방식으로 주사를 놓는다. 이러한 방식은 보톡스가 근막층으로 퍼지는 것을 막고, 보톡스가 근육내에 정확히 위치하도록 하여 최소용량으로 최대효과를 얻을 수 있게 한다.

저자가 주사하는 일반적인 위치는 안와 상연을 지나는 가상의 수평선을 설정하고, 이주(tragus)를 지나는 가상의 수직선을 설정하여, 수평선보다 위쪽, 수직선보다 전방부에 편측으로 20-30U를 3-5군데 나누어 보톡스를 주입한다(Fig. 2). 주사 전 환자에게 이를 짚 물게 한 상태에서 측두근을 촉진하면, 비대해진 측두근을 쉽게 확인할 수 있어 초심자에게 보톡스 주입 위치

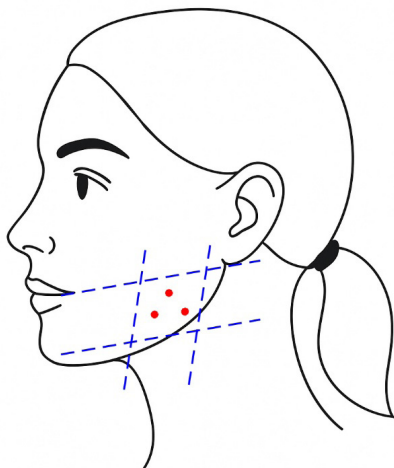


Fig. 1. Injection points in the masseter region.

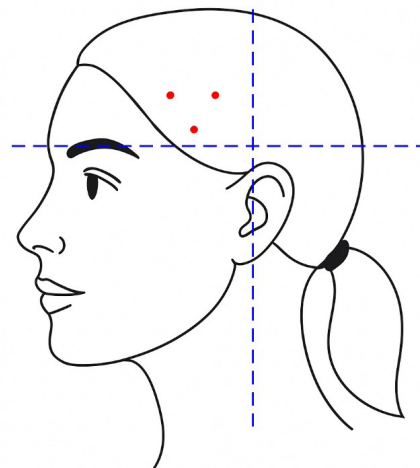


Fig. 2. Injection points in the temporalis region.

를 설정하는데 도움이 된다. 안와연(orbital rim) 바로 뒤쪽에 보톡스를 주입할 경우 측두부 함몰(temporal hollowing)이 나타날 수 있고, 이는 광대뼈가 돌출되어 보이며, 심미적으로 좋지 않은 결과를 보일 수 있으므로 주의해야 한다³⁾. 저자는 이러한 현상을 피하기 위해 항상 헤어라인 안쪽에 보톡스 주입 위치를 설정하여 측두근 보톡스로 인한 비심미적인 안모 변형을 피하려고 노력하는 편이다. 하지만 헤어라인 안쪽에 보톡스를 주입시, 주입 후 출혈을 확인하기가 쉽지 않은 부분이 있어, 항상 측두근 보톡스 후 지혈이 잘 되었는지 꼭 확인하여야 한다.

5) 이마 주름의 치료(forehead lines; frontalis)

이마주름 형성에 영향을 주는 근육은 전두근이다. 저자의 경우 이마의 넓이와 주름의 깊이, 주름의 분포 범위에 따라 한 줄 또는 두 줄로 1.5cm-2.5cm 간격으로 주사한다. 안와연에서부터 상방으로 2cm 이상 떨어지는 것을 원칙으로 하고 있는데, 그 이유는 이마주름 시술 후 초기에 눈이 붓는 현상이 드물게 생길 수 있고, 이런 경우 이마의 아래부위를 피하면 그 빈도를 줄일 수 있기 때문이다⁶⁾. 일반적으로 주사 부위와 강도는, 눈썹의 바깥쪽 경계부위에서 수직으로 그은 선을 기준으로 조금 더 바깥쪽에 좌우 한곳씩 주사를 하고 안와연으로부터 2.5cm 정도 위의 수평선상에 2cm 간격으로 좌우 대칭으로 4-6곳을 주사한다(Fig. 3). 정중앙 부위의 상단부에 주름이 생기는 경우는 이 부위에 1-2곳을 추가 주사한다. 한 부위에 1.5-3U를 주사하며, 부위별로 주름이 생기는 정도는 다르더라도 부위마다 일정한 용량을 주사하는 것이 균일한 효과를 볼 수 있고, 미용적으로 더 자연스러운 결과를 기대할 수 있다. 눈썹으로부터 상당히 떨어진 부위에 주사를 하기 때문에 이마의 아래쪽 주름이 남는 경우가 있는데, 저자의 경우에는 그 부위의 주름을 제거하기 위하여 주사를 하지 않고 있다. 주름이 좀 남아 있을 수 있다는 문제가 있지만, 이마의 아랫부분의 움직임으로 인해 눈썹의 움직임이 더 자연스러운 결과를 볼 수 있는 장점이 있으므로 충분한 설명 후 보톡스 시술을 하는 것이 좋을 것이다. 실제로 초기 보톡스 시술시 모든 이마를 마비시킴으로 해서 대화를 하거나 표정을 지을 때 눈썹의 상하 운동이 불가능해져서 무표정한 결과를 초래하여, 가면을 쓴 듯한 얼굴로 인해 불편을 호소하는 경우가 종종 있다.

6) 미간 주름의 치료(glabella frown lines)

미간주름 형성에 영향을 주는 근육은 눈살근(procerus

muscle), 미모하체근(depressor supercilii muscle), 추미근이 있다. 눈썹의 내측부위에서 안와연을 축지하고 경계부위로부터 0.5cm 위에 약 30-45도 각도로 가능한 깊게 보톡스 주사를 놓는다. 추미근을 마비시키는 가장 중요한 주사부위로 저자의 경우 가능한 정확한 주사를 놓기 위해 뼈를 느낄 수 있을 때까지 주사바늘을 밀어 넣어 주사 놓을 부위를 정확히 확인한 후 약간 뒤로 당겨서 주사를 놓는다. 이 부위는 주름의 깊이나 패턴에 상관없이 항상 적어도 3U 이상, 많게는 5U의 보톡스를 주사하고 있고, 가장 중요한 부위로 볼 수 있다. 눈썹 위 중앙부위에서 추미근의 확실한 마비와 약간의 안륓근의 미간 주름에 미치는 영향을 줄이기 위하여 필요한 주사 부위로, 눈의 동공간선(midpupillary line)에서 안와연을 기준으로 위로 1cm 지점에 주사를 한다. 좌우의 주사위치가 대칭이 되도록 하고, 같은 용량이 들어가도록 신경을 쓰는 것이 미용적으로 좌우 대칭의 결과를 얻게 되므로 매우 중요하다. 이 부위의 주사는 어느 정도는 이마의 주름을 펴는 효과가 있을 수 있으므로 대칭이 이루어지지 않으면 마간의 주름이 펴지는 정도와 상관없이 미용적으로 부적절한 결과를 초래할 수 있으므로 유의할 필요가 있다. 이 부위는 주름의 정도에 따라 2~3U의 주사를 진피(dermis)와 피하조직(subcutis)사이에 주사한다는 기분으로 역시 30~45도 각도로 주사기의 사면이 눈썹의 반대 방향을 향하도록 보톡스를 주사한다. 양 눈썹 사이의 눈살근을 마비시켜 미간의 주름과 눈 사이 콧등의 수평주름을 줄이는 효과가 있는 부위로 미모하체근이 일부 마비도 동시에 기대할 수 있다. 눈썹과 반대쪽 내안각(medial canthus)을 연결하는 선의 교차점에 주사한다^{6,7)}. 일반적으로 4-8U를 주사하지만, 저자의 경우에는 5U 정도를 콧등 수평주름의 정도에 따라 가감하여 주사하고 있다(Fig. 4).

7) 눈주변 주름의 치료(lateral canthal lines; crow's feet)

눈주변 주름(crow's feet)의 주원인은 안륓근의 과도수축과 비후에 있으므로 해당 근육의 비활성화가 필요하다. 하지만, 근육의 크기가 커데다가 눈을 감는 기능이 손상되어서도 안 되므로 근육의 완전한 마비가 아니라 약화를 치료의 목표로 삼아야 한다. 눈가주름의 치료를 위한 보톡스의 희석은 고농도-소량 주사가 저농도-다량 주사에 비해 보다 정밀하고 효과가 오래 가며 부작용의 빈도가 적다. 일반적으로 보톡스 100U을 1-3cc의 생리식염수로 희석해서 한 부위당 0.1cc 이상 놓지 않도록 하는 것이 좋다.

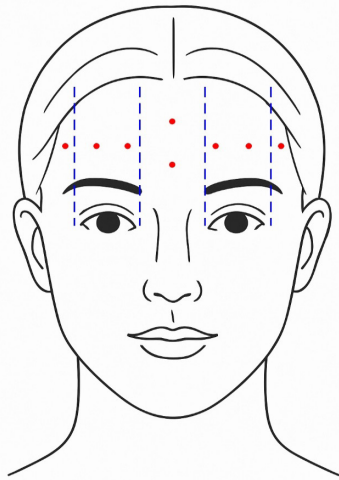


Fig. 3. Injection points for the treatment of forehead lines.

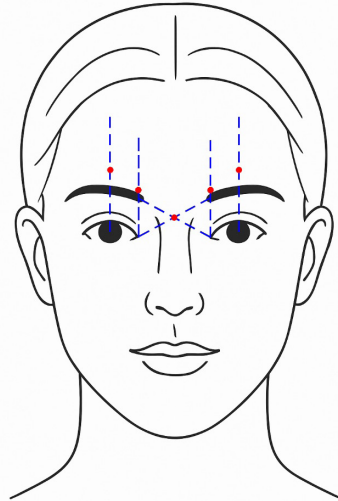


Fig. 4. Injection points for the treatment of glabella frown lines.

일반적으로 안와의 뼈가 만져지는 곳으로부터 외측으로 1cm, 또는 외안각(lateral canthus)에서 외측으로 1.5cm 정도 떨어진 부위와 그 위아래로 1cm 정도 떨어진 부위 각각 한부 위씩 모두 세 부위에 3-5U씩 주사한다⁶⁾. 얼굴의 한쪽 눈가주름에 모두 9-15U 정도 주입하는 것이 일반적이다(Fig. 5). 시술전 협골부(malar eminence) 바로 위, 안와의 아래부위를 유의할 필요가 있다. 여기는 근육의 활동이 많아 주름이 많은 경향이 있고 따라서 세 주사부위 중 제일 아래쪽 주사는 다른 곳보다 더 내측으로 놓을 필요가 있다. 이 부위는 대체로 외안각에서 가상의 수직선을 그어 내려온 부위와 일치한다. 눈 아래쪽 주름이 많은 경우엔 아예 제일 하방의 주사부위에서 1cm 정도 더 내측 하방으로 2U 정도 더 주입하기도 한다. 저자의 경우엔 100U에 1.0cc의 생리식염수를 섞어서 1U/0.01cc의 농도로 만들어 시술한다. 각 부위당 3U씩 피하로 주입하되, 주사바늘은 머리쪽을 향하고, 안와 내측으로 주사액이 번지는 것을 막기 위해 주사부위에서 바로 안와 내측으로 손가락을 지긋이 눌러 벽을 형성한 후 주사한다. 주름이 융기된 부위 바로 아래 주사하면 되며, 주사바늘은 약 45도 각도로 주사한다. 눈둘레근은 팔약근의 형태를 띠면서 피하지방층 깊숙이 위치하지만, 이 부위의 피부가 워낙 얇으므로 보톡스의 피하주사로 충분히 주름의 조절이 가능하다는 사실도 알려져있다. 따라서 미간주름 때와는 달리 주사바늘을 피부에 수직으로 삽입해 골막까지 깊게 찔렀다가 바늘을 약간 후진시켜 주사하는 방법은 일반적으로 불필요하다. 주사를 깊지 않게, 근육이 아닌 피하주

사로 시행하는 것이 중요한 개념이며, 근육을 완전히 마비시키는 것이 아니라 약화시킨다는 생각으로 시술하는 것이 부작용의 예방에도 좋다⁶⁾.

8) 잇몸 노출증의 치료(gummy smile)

사람이 웃을 때 윗입술이 과도하게 상승해서 상악절치와 견치의 치근부분, 그리고 잇몸이 과도하게 노출되는 경우가 있다. 대개 얼굴이 너무 길거나 입이 튀어나와 있는 환자에게서 보게 되는데, 미소시 치은 노출이 1-2mm 정도의 심미적인 범위에 그치지 않고, 3mm 이상의 과도한 치은 노출이 발생되었을 때 잇몸노출증이라고 의학적으로 정의한다. 근본 원인을 생각한다면, 치아교정과 아울러 악안면성형수술(orthognathic surgery)이 필요하다. 하지만, 간단한 시술로 증상의 개선을 원한다면 우선 보톡스 시술을 고려해 볼만하다. 좌우의 비구순주름(nasolabial fold) 내에 존재하는 입술 올림근 복합체(lip levator complex: 상순거근(levator labii superioris), 상순비익거근(alaeque nasi muscle), 소관골근(zygomaticus minor muscle)에 보톡스 1-2U씩 주사하는 것으로 충분하다. 대략적인 위치로는 콧구멍 날개(ala of the nostril)에서 외측으로 1cm 떨어진 지점이다(Fig. 6)^{8,9)}. 결과적으로 윗입술이 충분히 상승하지 못하게 됨으로써 잇몸 노출증의 문제가 해결된다. 보톡스를 과도하게 주입하면 웃을 때 입술의 모양이 부자연스러워지므로 항상 최소량으로 치료한다는 생각을 하는 것이 좋다.

2. 법적 및 윤리적 고려사항

치과의사가 보톡스를 사용할 때 주의해야 할 부분은 면허 범위를 준수하는 것이다. 특히 치과의사의 안면부 심미 시술 범위를 다룬 사건번호 2013도850 대법원 판결(2016년 선고)은, 보톡스 시술과 관련한 치과의사의 법적 권한을 재조명한 매우 중요한 판례로 평가된다. 다만 이번 판결은 치과의사의 안면부 시술을 전면적으로 허용한다는 취지가 아니라, 치과의사의 눈가와 미간에 대한 보톡스 시술이 위법한 것은 아니라는 판단을 한 것이다. 즉 치과에서 이미 사각턱 교정, 이갈이 및 턱관절 치료 등 다양한 치료에 보톡스를 사용하고 있고, 이러한 시술이 안면부의 시술과 비교했을 때 특별히 위험하다고 인정하지 않는 점, 치과의사에 대한 체계적인 교육 및 검증이 이루어지고 있는 점, 의료의 발전과 의료서비스의 수준 향상을 위해 의료소비자의 선택 가능성을 열어두는 방향으로 관련 법률규정을 해석하는 것이 바람직한 점 등을 들어 눈가와 미간에 한 보톡스 시술은 치과의사의 면허된 범위 이외의 의료행위라고 볼 수 없다고 판단하였다. 이러한 대법원 판결을 통해 치과의사의 업무범위 해석이 확대됨에 따라 치과 임상에서의 심미적 시술에 대한 전문성 강화와 안전성 확보가 필수적이다. 시술의 위험성이 크지 않고, 의료적 전문성 및 안정성을 갖춘 경우라면 안면부 보톡스 시술도 수행할 수 있기에 미용 시술에 대한 능력 발전을 위해 계속 노력해 나가야 할 것이다. 또한, 보톡스 시술은 반드시 치과의료 윤리기준을 준수해야 한다. 환자에 대한 충분한 설명 및 동의, 환자의 자율성과 권리를 존중하는 진료이 이루어져야 한다. 항상 시술 전 서면 동의서(informed consent)를 확보하고, 시술 후 의무기록(부위, 용량, 약물명 등) 역시 빠뜨리지 않고 기재하여야 한다. 비용 및 부작용 발생 가능성 역시 상세히 설명해야 한다. 과도한 심미적 욕구를 부추기거나, 환자의 비현실적 기대를 부추기는 시술은 윤리적 문제가 될 수 있기 때문에, 명확한 기능성 또는 심미적 적응증에 근거하여 객관적인 환자 평가를 통해 시술의 필요성과 적절성을 판단해야 하며, 불필요한 시술이나 반복 시술을 유도하는 것은 윤리적으로 지양되어야 한다.

고찰

보톡스는 치과 영역에서 기존의 수술적 치료나 약물 치료

를 보완하거나 대체할 수 있는 비침습적 치료 수단으로 자리매김하고 있다¹⁰⁾. 특히 교근 비대 치료, 이갈이 완화, 턱관절 장애 통증 감소 등 기능성 효과는 치과 임상에서 환자의 삶의 질(Quality of Life, QOL) 향상에 실질적으로 기여할 수 있도록 한다. 심미적 측면에서도 보툴리눔 독소는 잇몸 노출 개선, 주름 완화, 안면 윤곽 개선 등을 통해 환자의 자존감과 사회적 관계 개선에 긍정적인 영향을 미친다¹¹⁾. 이는 치과 임상에서 기능적 회복뿐만 아니라 심미적 조화까지 고려하는 통합 진료를 수행해야 함을 시사한다. 이러한 보톡스 시술의 장점은 절개 없이 주사만으로 치료가 가능하다는 점과 빠른 회복으로 시술 직후 일상으로 빠르게 복귀가 가능하다는 점이다. 하지만 평균 3~6개월간의 일시적인 효과로 인한 반복 시술이 필요하며, 의사의 기술적인 숙련도, 눈썹 처짐, 비대칭, 부종 등의 부작용 발생 가능성, 환자 개별적인 효과의 편차 등의 한계가 존재한다. 보톡스 시술은 그 자체로 완벽한 치료법이 아니며, 올바른 환자 평가 및 적응증 설정, 숙련된 시술자의 기술력, 환자 기대치 조율이 반드시 병행되어야 한다. 보톡스는 향후 치과 임상에서 기능적 치료뿐만 아니라 심미적 치과 치료(예: 치아 미백, 잇몸 성형)와 보톡스 시술을 통합한 복합 진료 같은 방향으로 더욱 확장될 가능성이 크다. 또한 독신 자체의 새로운 제형 연구를 통한 장기 지속형 보톡스 개발을 기대해 볼 수 있으며, 개개인에 따른 유전자, 근육 구조, 패턴에 따른 맞춤형 시술 프로토콜 구축 또한 기대해 볼 수 있다. 이러한 발전은 치과 임상가에게 새로운 진료 기회를 제공할 뿐만 아니라, 환자 만족도와 치과 진료의 사회적 가치 향상에도 기여할 것이다¹²⁾. 보톡스는 턱관절 장애, 이갈이, 교근 비대 등 기능적 문제의 개선뿐만 아니라, 얼굴 윤곽 조화와 심미적 만족을 증진시키는 데 효과적인 치료수단으로 자리매김하고 있다. 특히, 2016년 대법원 판결(2013도850)을 통해 치과의사의 보톡스 시술 범위가 안면부 심미적 시술까지 확대 해석될 수 있다는 점은 임상 적용의 폭을 넓히는 중요한 전환점이 되었다. 그러나 시술 성공을 위해서는 정확한 해부학적 지식, 부작용 예방 및 관리 능력이 필수적이며, 시술 전 충분한 설명과 동의 과정을 통한 윤리적 진료가 기반이 되어야 한다. 또한, 법적, 윤리적 책임을 다하기 위해 지속적인 법령 변화 모니터링과 기록 관리가 중요하다. 향후 체계적인 교육과 법적, 윤리적 진료를 기반으로 치과 임상 내 보톡스 시술은 더욱 안전하고 신뢰받는 진료 영역으로 발전할 것으로 기대한다. 본 논문은 치과 임상에서 보톡스를 안전하고 효과적으로 활용하여 환자의 삶의 질을 높이고, 전문성과 윤리성을 겸비한

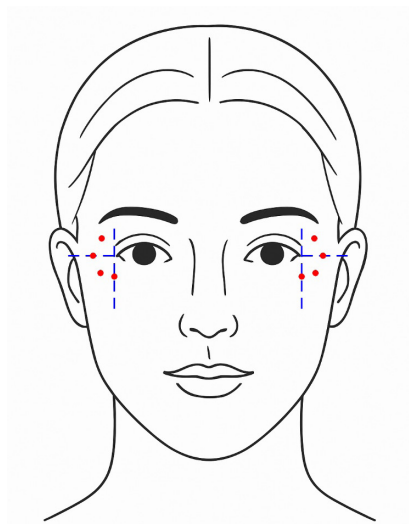


Fig. 5. Injection points for the treatment of lateral canthal lines.

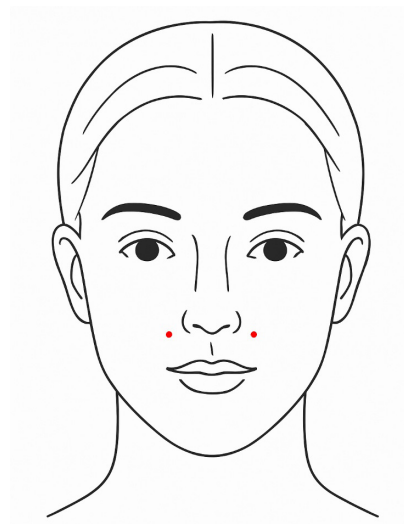


Fig. 6. Injection points for the treatment of gummy smile.

진료를 실현하는 데 기여하고자 한다.

Conflicts of Interest: None

Reference

1. Supreme Court of Korea. Judgment 2013Do850, Oct 13, 2016: Dental Botox injection case.
2. Pirazzini M, Rossetto O, Eleopra R, Montecucco C. Botulinum neurotoxins: biology, pharmacology, and toxicology. *Pharmacol Rev* 2017; 69: 200-35.
3. Yi KH, Lee HJ, Hur HW, Seo KK, Kim HJ. Guidelines for botulinum neurotoxin injection for facial contouring. *Plast Reconstr Surg* 2022; 150: 562e-71.
4. Kim NH, Park RH, Park JB. botulinum toxin type a for the treatment of hypertrophy of the masseter muscle. *Plast Reconstr Surg* 2010; 125: 1693-705.
5. Serrera-Figallo MA, Ruiz-de-León-Hernández G, Torres-Lagares D, Castro-Araya A, Torres-Ferreros O, Hernández-Pacheco E, et al. Use of botulinum toxin in orofacial clinical practice. *Toxins (Basel)* 2020; 12: 112.
6. Lee SK, Kim YT, Park YS, Koh WS. Practical botox bible in cosmetic fields. Seoul: Gabone Medical Book; 2003.
7. Kwon KH, Shin KS, Yeon SH, Kwon DG. Application of botulinum toxin in maxillofacial field: part I. Bruxism and square jaw. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2019; 41: 38.
8. Hwang WS, Hur MS, Hu KS, Song WC, Koh KS, Baik HS, et al. Surface anatomy of the lip elevator muscles for the treatment of gummy smile using botulinum toxin. *Angle Orthod* 2009; 79: 70-7.
9. Hong SO. cosmetic treatment using botulinum toxin in the oral and maxillofacial area: a narrative review of esthetic techniques. *Toxins (Basel)* 2023; 15: 82.
10. Jankovic J. Botulinum toxin in clinical practice. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 951-7.
11. Dressler D, Adib Saberi F. Botulinum toxin: mechanisms of action. *Eur Neurol* 2005; 53: 3-9.
12. Sundaram H, Signorini M, Liew S, Trindade de Almeida AR, Wu Y, Vieira Braz A, et al. Global aesthetics consensus: botulinum toxin type a-evidence-based review, emerging concepts, and consensus recommendations for aesthetic use, including updates on complications. *Plast Reconstr Surg* 2016; 137: 518e-29.

Facial asymmetry and nonfunctional chewing force in temporomandibular joint disorders: Case series

안면비대칭과 비기능적 저작력에 의한 턱관절 질환의 사례를 통한 고찰

Jinhyuk Hwang 

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University Medical Center, Seoul, Korea

ABSTRACT

Several possible causes for the temporomandibular joint disorders have been proposed, but trauma to the jaw including macro and micro-trauma is the most common etiologic factor contributing to a change in biomechanics in the joint. Facial asymmetry is a factor of the force imbalance to the temporomandibular joint which can cause the temporomandibular joint disorders. It can be corrected by orthognathic surgery (2-jaw surgery) with orthodontic therapy to be a harmonic bite force transmission to the temporomandibular joint. And nonfunctional chewing force can be managed with a biofeedback device which is one of the behavior therapies. Biofeedback is a well-proved treatment method in rehabilitation therapy. In the temporomandibular joint disorders field, it can alert patients to their bruxing habits in real time and manage to stop the bruxism with stimulation to the patients. In this paper, we report on the 3 cases to discuss about the force management of the temporomandibular joint involved with facial asymmetry and sleep bruxism. (*J Korean Dent Assoc* 2025; 63(6): 197-206)

Key words : Botulinum Toxins; Temporomandibular Joint Disorder; Facial Asymmetry; Bruxism; Biofeedback; Orthognathic Surgical Procedures

서론

2024년 건강보험심사평가원 질병 세분류 통계에 따르면 턱관절 질환으로 진료를 받은 환자는 542,735명으로 2014년 338,287명에 비해 60.4% 늘었다. 향후 턱관절 환자는 더 증가할 것으로 추정되며 치과계에서 활발히 치료해야하는 영역일 것이다. 이러한 턱관절 질환의 원인은 다양하며, 선천적인 요소와 후천적인 요인을 모두 다 포함한다고 알려져 있다¹⁻⁵⁾. 다양한 원인으로 인해 턱관절 환자를 치료하다 보면 잘 낫지 않은 경우도 있고 당시에는 괜찮아졌다가도 다시 재발하는 경향

이 있어 임상가들이 진료에 어려움을 가지기도 한다. 턱관절은 저작과 교합에 의한 힘에 영향을 받으며 턱관절에 가해지는 과도한 힘은 여러 가지 턱관절 질환을 야기한다⁶⁻¹⁰⁾. 하악골의 형태학적인 문제로 인해 관절부에 가해지는 하중의 증가는 턱관절 질환을 일으키는데 주요한 원인 중에 하나로 언급되며, 제2급 부정교합을 비롯한 골격성 부정교합 및 안면비대칭의 경우에 턱관절 질환으로 진행되는 것이 보고된다^{11,12)}. 이러한 골격적인 문제 이외에도 조절되지 않은 저작력은 저작근의 통증과 턱관절염, 턱관절염을 발생시킬 수 있다. 장기간에 걸쳐 관절과 저작근에 가해지는 경미하고 빈번하며 반복적인 힘은 비기능적인 저작력이다. 이러한 미세외상의 대표적인 예는 수면 이갈이라고 볼 수 있다¹³⁻¹⁵⁾.

이번 논문에서는 안면비대칭이 있는 환자와 수면 이갈이가 존재하는 환자를 통해 턱관절에 가해지는 비대칭으로 주어지

*Corresponding author: Prof. Jinhyuk Hwang
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital,
Hallym University Medical Center, 1, Singil-ro, Yeongdeungpo-gu,
Seoul 07441, Korea
Tel: +82-2-829-5233, E-mail: phane@hanmail.net

는 교합력과 비기능적 저작력이 턱관절 질환에 어떠한 영향을 끼치는지 사례를 통해 알아보고자 한다.

구 양상을 보였다.

증례 2

증례

증례 1

28세 여성이 안면비대칭과 턱관절의 불편감으로 내원하였다. 안모는 우측으로 비대칭이 관찰되었으며, 우측 턱관절부위의 관절잡음이 있었으며 26mm 개구 시 과두결림이 있었다. 최대개구량은 48mm이고 우측으로 변위된 개구 양상을 보였다. 안면 CT와 X-ray 촬영 결과, 좌측 하악지가 우측 하악지에 비해 12.89mm 길었으며 관절까지의 방향이 우측 하악지에 비해 외측으로 향해 있는 것을 알 수 있었다(Fig. 1). 우측 하악체의 길이가 좌측에 비해 길고 이로 인해 하악 턱끝은 정중선에 비해 우측으로 13.8mm 편위되어 있었다. 그리고 교합평면은 좌측으로 기울어지고 구치부 반대교합과 전치부 절단교합이 존재하였다(Fig. 2). 안면비대칭과 턱관절원판의 정복성 전방변위로 진단하고 하악골의 비대칭과 교합평면의 개선을 위해 턱교정수술과 치아교정술을 계획하였다. 턱교정수술은 상악골 후상방(좌측: 3.5mm, 우측: 4.5mm)이동하고, 하악골은 후방(좌측: 17.5mm, 우측: 5.5mm) 이동하였다(Fig. 3). 턱끝성형술과 하악골 윤곽성형술을 통해 하악골과 안모의 대칭에 도움을 주었다. 하악골수술은 시 시상분할절골술을 이용하였으며, 관절과두가 포함된 근심골편을 재위치시켜주어 과두결림을 해소하려 하였다. 수술 2주후 치아교정술을 시작하면서 개구연습을 진행하였으며 비대칭적 개구 습관의 교정을 위해 탄성고무줄을 이용하여 중심선에 맞게 진행하였다. 수술 6개월 후 평가 시, 안모의 비대칭은 개선된 결과를 보였으며(Fig. 4) 턱관절 부위의 과두결림은 관찰되지 않고 정상범위 내의 개

32세 여성이 우측 턱관절의 통증과 개구제한을 주소로 내원하였다. 내원 전에 3차례에 걸쳐 각각 다른 의료기관에서 턱교정수술을 받은 경험이 있고, 음식물 저작이 힘들고 입이 비뚤어져 사회관계에도 문제가 있었다. 안모는 좌측으로 변위된 비대칭이 관찰되었고 교합은 상악골의 우측 변위, 하악골의 경사진 좌측 변위로 인해 치아 중심선 비대칭을 포함하여 전치부의 개방교합과 구치부의 반대교합이 관찰되었다(Fig. 5). 우측 관절부위 통증과 다수의 수술로 인한 저작근 주위 조직의 경직으로 인해 자발적 최대개구량은 23mm이었다. 파노라마방사선 영상에서 우측 하악과두가 좌측에 비해 glenoid fossa으로 부터 떨어져 있고 전방으로 기울어져 있는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 6). 이전 하악골편 고정시 하악과두가 포함된 근심골편이 후방으로 위치하여 고정된 것과 상악골의 우측 변위되어 고정된 것을 개선시키기 위해 4번째 턱교정재수술(4th reoperation)과 치아교정술을 계획하였다. 상악골의 수술 시 하악골의 안정을 위해 후상방이동 2.5mm와 기울어진 교합평면의 개선을 위해 교합평면 수정1.5mm를 하였으며 동시에 상악의 비대칭 개선을 위해 좌측으로 1.5mm 측방이동하였다. 하악골은 기존의 골절선을 이용하여 골편을 분리한 후 변위된 우측 근심골편을 관절외에 재위치시키고 상악골의 위치에 따라 고정하였다. 수술 중 비대칭이 해소된 것과 개구량 45mm 확보된 것을 확인하였다. 수술 후 파노라마방사선영상과 3D CT영상에서 치아의 정중선이 일치하고 전치부 및 구치부의 반대교합이 해소된 것을 볼 수 있었다. 그리고 우측 하악과두가 관절강 내 재위치된 것과 하악지의 방향이 좌, 우측 비슷하다는 것을 확인할 수 있었다(Figs. 7 and 8). 수술 후 2주부터 개구연습과 치아 교정을 진행하였으며, 수술 후 3개월에 자발적 개구

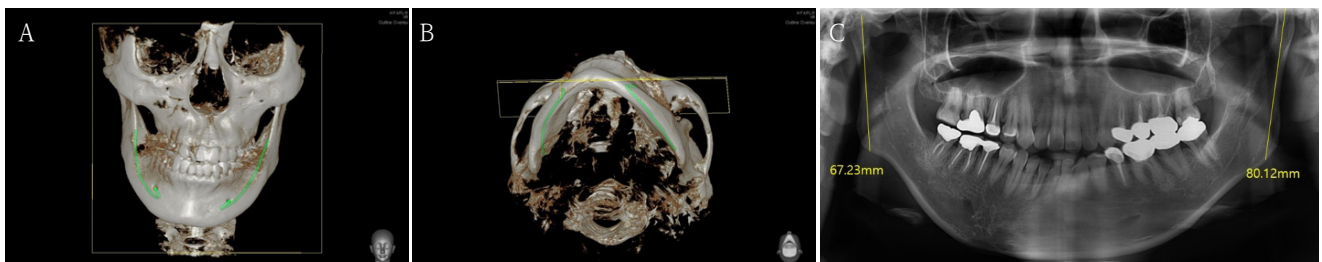


Fig. 1. A. 3D facial CT (frontal view). B. 3D facial CT (submentovertex view). C. Panoramic radiograph.

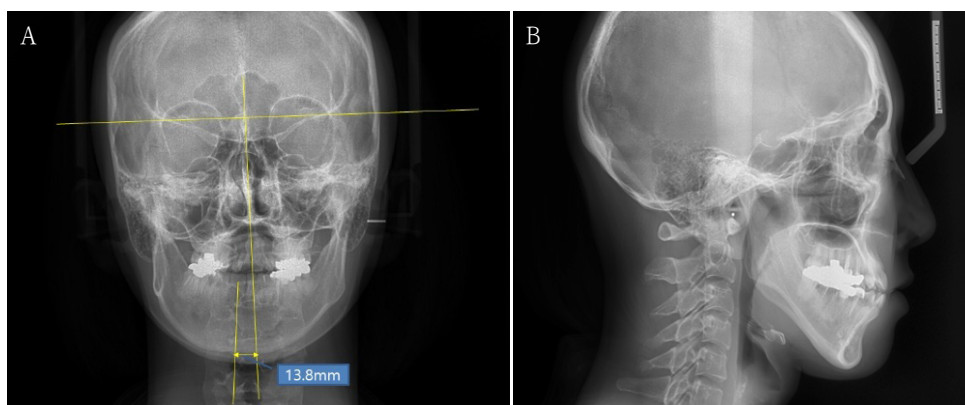


Fig. 2. Cephalometric radiographs. A. Postero-anterior radiograph. B. Lateral radiograph.

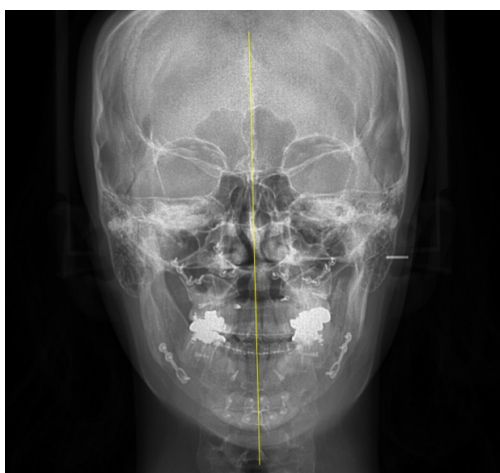


Fig. 3. Postoperative posteroanterior cephalometric radiograph.



Fig. 4. Pre and postoperative facial photo. A. Frontal view. B. Lateral view. C. Inferior view.



Fig. 5. Preoperative intra-oral photograph.



Fig. 6. Preoperative panoramic radiograph shows malpositioned mandibular condyle (arrow).



Fig.7. Postoperative panoramic radiograph.



Fig. 8. Pre and postoperative 3D cone-beam computed tomographic images.

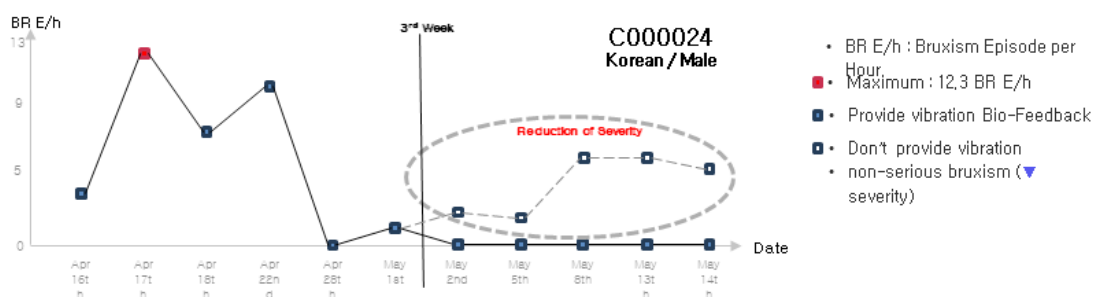


Fig. 9. Frequency of sleep bruxism.

량 35mm 확인하였다. 다수의 수술로 인한 구강내 반흔 조직과 저작근 주위의 경결감으로 인해 적극적인 개구훈련을 하였으며 수술 후 6개월에 38mm의 개구량을 보였으나 통증은 없고 일상식이 가능하여 이후의 경과관찰에는 내원하지 않았다.

증례 3

24세 남성이 수면 이갈이로 인한 심한 두통과 턱관절 부위의 통증을 주소로 이전에 스플린트 치료, 보톡스 주사 등 여러 차례 타의료기관에서 진료를 보았으나 해결되지 않았다. 통증은 기상 직후에 VAS 5-7정도의 수준으로 있었으며, 양측 측두부위 통증을 비롯하여 간헐적 과두결림 있어 수면 이갈이로 인한 턱관절원판의 정복성 전방변위와 저작근의 근막동통 증후군으로 진단하였다. 수면 이갈이의 관리를 위해 행동요법 중에 하나인 바이오피드백 장치를 6주간 사용하여 저작근의 비기능적 활동을 모니터링하고 역치 이상의 저작근 활동이 감지되면 진동을 통하여 비기능적 이갈이를 조절하였다. 바이오피드백 장치(Goodeeps®, Changwon, Korea)를 측두부에 부착하

여 측두근의 활성화 정도를 6주간(총 사용횟수: 26회, 총 측정 시간: 129시간 45분)동안 470,825,744개의 근전도 데이터를 확보하였고, 이같이에 반응하여 진동 피드백을 주었다. 사용초기에는 진동 자극을 줄만큼 강한 저작근의 활동이 있었고 하루 밤에 4번에서 13번 정도의 바이오 피드백 개입이 있었으며 사용 후 3주차부터 진동자극을 제공할 만큼의 이갈이가 발생하지 않았다(Figs. 9 and 10). 이때부터 잠에서 깨어난 후 측두부위의 통증이 많이 감소하였다고 하였으며 개구시 걸리는 느낌도 줄었다고 하였다.

고찰

턱관절을 포함한 저작 부위의 비정상적 하중은 안면부 통증을 비롯하여 턱관절증, 관절염과 같은 턱관절 질환과 치아 파절, 보철물 및 치과 임플란트의 파절 등 여러 가지 문제를 야기할 수 있다. 이러한 턱관절 질환에 대해 몇 가지 가능한 원인이 제안되었지만 조절되지 않은 힘과 안면비대칭이나 부정교합

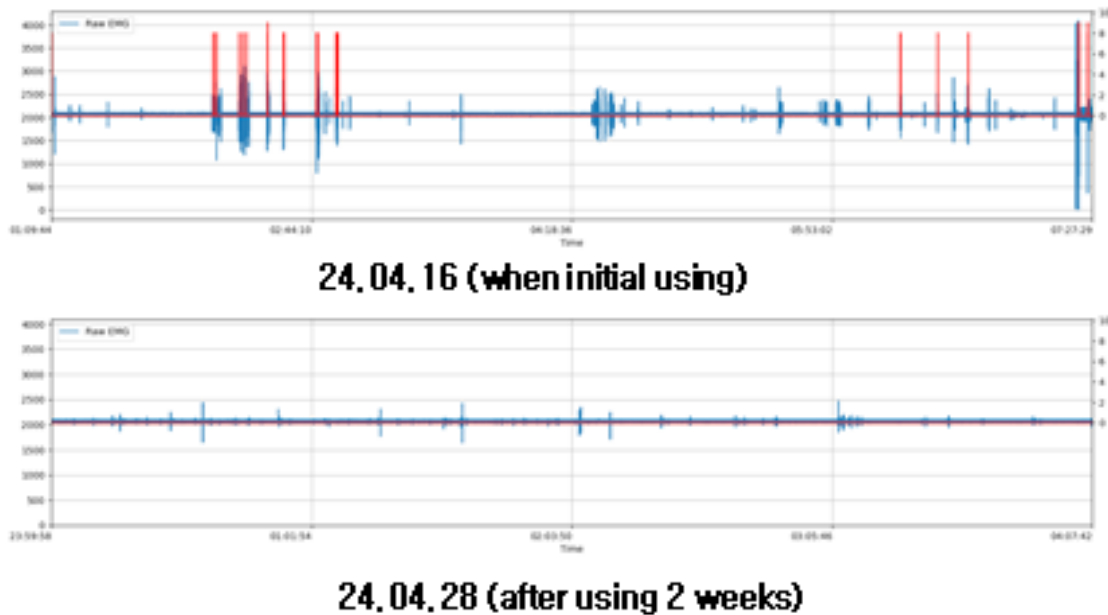


Fig. 10. A. Aspect of sleep bruxism and biofeedback occurrence when initial using (Red bar: vibration biofeedback, blue bar: bruxism). B. Electromyography after using 2 weeks.

과 같은 턱뼈의 구조적 문제는 관절의 생체 역학 변화에 기여하는 가장 흔한 병인학적 요인으로 생각할 수 있다¹¹⁾. 첫 번째 환자의 경우, 좌측 하악지가 우측에 비해 12.89mm 길었고 이 영향으로 하악골의 중심은 우측으로 편위되어 있었다. 이러한 경우, 대부분 짧은 쪽으로 하중이 많이 전달되어 턱관절 질환이 발생할 가능성이 높다. 이 환자는 상대적으로 짧은 하악지를 가진 우측에 관절 잡음을 동반하여 간헐적 과두 걸림이 있었다. 턱관절에 가해지는 과한 하중은 턱관절 원판이 전방 변위되고 원판 후방조직에 힘이 가해져 통증과 관절 잡음을 포함한 턱관절증을 일으킨다²⁰⁾. 하지만 비대칭이 크게 존재하는 경우, 반드시 이환측에만 턱관절 장애가 존재하는 것은 아닌데, 이것은 통증이나 불편감을 해소하기 위해 반대측으로 비틀어 저작한다든지 편측 저작을 한 결과일 것이다. 이런 현상은 첫 번째 환자와 반대의 비대칭을 가진 환자의 경우에서 관찰할 수 있었는데, 좌측으로 편위된 비대칭이 있었으나 반대측에 턱관절증이 있었던 경우이다(Fig. 11). 하악골의 열성장과 제2급 부정교합의 경우 정상교합에 비해 상대적으로 짧은 하악지와 하악과두로 인해 턱관절의 디스크 전위나 골관절염이 생기는 취약한 환경에 있는 것과 유사하게 비대칭 하악골에서 구조적으로 하중을 해소하는데 불리한 구조이다¹⁶⁻¹⁹⁾. 이런 골격적 문제를 해결하기 위해서는 턱교정수술과 치아 교정이 필요할 수 있다. 턱교정수술에서 고려해야할 점은 틀어진 교합평면의 수정, 하

악지의 관절에서 내려오는 방향과 축방으로 벗어나려는 힘의 조절 등이다. 상악골의 재위치 시 수술 후 비대칭을 해소하기 위한 하악의 위치를 고려하여 rotation, canting correction, shifting 등 3차원적으로 수술계획을 하여야한다. 그리고 하악골의 시상분할절골술 후 고정 시, 하악과두를 포함한 근심 골편이 관절내에서 앞뒤, 좌우 등으로 치우치는 힘으로부터 자유롭게 해야 하는데(freeing) 이 때는 근심골편과 원심골편 사이에 저항이 없도록 고정시켜야 한다. 상악골과 하악골이 정중선에 재위치되어도 하악골체의 부피 차이와 턱끝 부위의 모양 차이로 인한 안면비대칭은 하악골의 골체변연성형술과 턱끝 수술을 통해 상당부분 해소해줄 수 있다. 하악골의 시상분할절골술 이후 근심골편을 고정할 때 관절부의 위치를 잘못 설정하면 두 번째 환자의 경우처럼 수술 이후에 개구제한이 있고 해당부위의 턱관절에 통증이 있을 수 있다. 해당 환자는 좌측 하악과두가 glenoid fossa에서 전방으로 떨어져 위치되었는데 이것은 근심골편의 고정시 후방으로 밀려 고정된 결과 일 수 있다. 후방압력에 의해 원심 골편은 좌측으로 틀어지며 치아는 편측으로 비틀어져 전치부 개방교합과 구치부의 반대교합이 나타났으리라 추측된다. 이러한 이유로 관절의 원판은 전방변위되고 후방조직의 압력으로 통증을 느끼게 되는데, 교합력이 가해지면 과도한 힘이 아니더라도 구조적으로 통증과 턱관절증을 일으킬 수 있을 것이다. 또한 잘못 고정된 하악지의 경우, 관절에



Fig. 11. Pre and postoperative facial photographs.

전해지는 힘의 방향이 좌우 다를 수 있다. 첫 번째 사례와 같이 하악지의 길이가 양쪽이 다른 경우, 관절에 전달되는 힘이 짧은 측을 축으로 하중의 차이가 있어 이환된 쪽에 턱관절 질환이 발생할 수 있는 것을 살펴보았다. 이와 비슷하게 관절로부터 하악각으로의 방향이 서로 다른 경우, 하중 전달량의 차이로 턱관절질환이 생길 수 있다. 따라서 두 번째 사례에서처럼 하악지의 고정 시 양측의 각도를 비슷하게 설정해주는 것이 이후 턱관절에 양호한 하중 전달 구조에 유리하다(Fig. 7). 수술 이후 개구연습을 통하여 정상 범위의 개구량을 회복함에 있어 두 번째 사례에서는 고려해야할 점들이 있었다. 이전의 3번에 걸친 턱교정수술로 인해 잔존하는 근심골편의 양이 적었고 이로 인해 개구연습 시 과도한 힘에 의한 뒤틀림을 조심해야 했다. 그리고 골막과 저작근 주위의 반흔조직성 경결감으로 온열을 동반한 물리치료를 통해 저작근의 활성화 범위를 점차 넓혀갔다. 수술 전 상악골의 우측 편위로 인해 더욱 좌측으로 틀어져 보이던 하악을 보상성 개구활동으로 중심선을 맞추려고 했던 습관을 교정하기 위한 행동요법도 시행하였다. 행동요법은 습관의 교정으로 질병을 치료하는 방법이며 이중 바이오피드백은 자발적으로 제어할 수 없는 생리 활동을 공학적으로 측정하여 지각 가능한 정보로 생체에 전달하고, 그것을 바탕으로 학습, 훈련을 되풀이하여 자기 제어를 달성하는 기법이라 알려져 있다²¹⁾. 턱관절 질환의 분야에서 바이오피드백은 수면 이갈이를 조절하는데 좋은 역할을 한다고 보고되어진다^{22,23)}. 세 번째 환자

의 경우, 턱관절 부위의 통증과 심한 이갈이로 인해 치과의원에서 스플린트 치료, 보톡스 치료, 물리치료 등 수년간의 치료를 받았지만 나아지지 않아 바이오피드백을 통한 수면 이갈이를 관리하고자 하였다. 통증은 주로 측두부에서 있었으며, 수면 중 발생된 저작근의 과긴장으로 아침에 기상 후 두통이 심하였다. 과긴장되는 근육의 활동을 줄이기 위해 보톡스 주사가 주로 사용되는데 교근에만 주사하는 경우, 측두근의 활동이 강해져서 오히려 측두부에 통증을 호소하기 한다. 이 환자의 경우에도 이전 주사 부위가 아래쪽에 국한되어 있었다는 점은 교근의 위축이 오히려 측두근의 근육통을 발생시키지 않았나하는 추측을 해볼 수 있다. 보톡스 주사는 3개월 간의 효과를 가지고 있어서 그 이후에 관리가 되지 않으면 다시 저작근의 과긴장에 의한 턱관절 질환을 재발시킬 수 있다. 스플린트는 제작 후 사용하다가 수면에 방해가 되고 불편하다는 이유로 적극적인 사용이 힘들었다고 하였으며, 실제로 스플린트 자체가 수면 이갈이를 방지하기 보다는 치아를 보호하고 턱관절 부위에 간격에 의한 안정을 주기에 비기능적 저작활동을 차단하는데는 한계가 있다. 사용된 바이오피드백 장치는 수면 중 측두근의 활동을 근전도를 이용하여 실시간으로 측정하고, 일정 역치 이상의 과긴장이 감지되면 생체에 진동 자극을 주어 clenching이나 grinding을 억제하도록 설계되어 있다. 본 연구에서는 이러한 기능을 갖춘 상용화된 장치인 Goodeeps(Miraclare, Republic of Korea)²⁴⁾를 사용하였다. 사용 시작 후 3일까지 장치를 통해 이

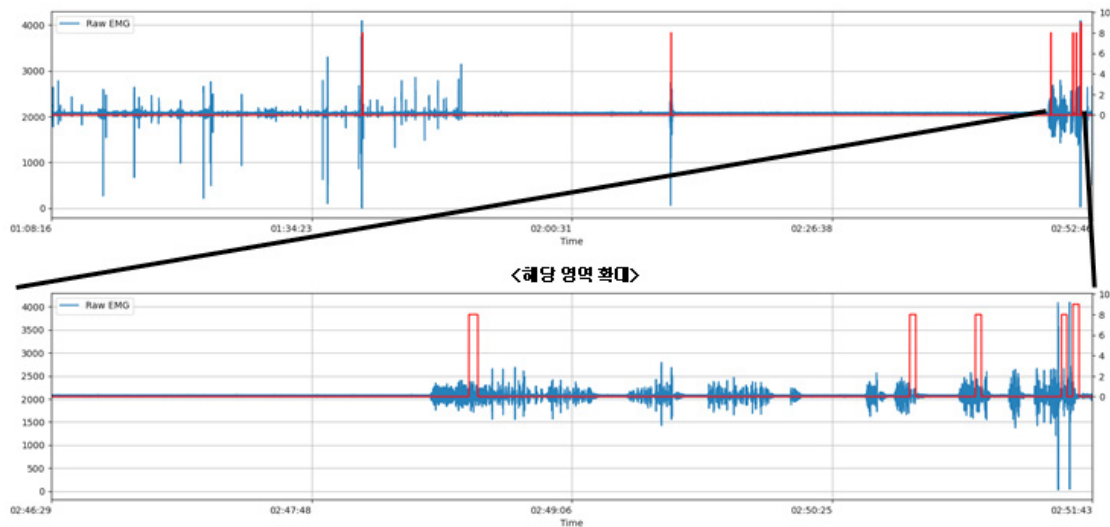


Fig. 12. Electromyophy and aspect of biofeedback during sleep bruxism.

갈이가 있을 때 근전도에서 확인이 되었으나 부착 부위의 이물감과 진동의 세기 조정 단계의 불편감 등으로 수면 중 잠을 깨는 경우가 있었다. 이 기간 동안 유의미한 이갈이(4초 이상)는 4에서 13회 정도 있었고, 다음날 아침에 일어났을 때 불편감이 점점 감소하는 기분이 들었다고 한다. 5일차부터는 장치를 사용하는데 크게 불편한 점이 없었고 사용 후 3주차에서부터 진동이 필요할 정도의 이갈이는 발생하지 않았다. 진동을 주어도 이갈이가 계속되면 주어지는 진동의 크기를 높여 이갈이가 멈출 때까지 진행되기도 하였다(Fig. 12). 비기능적 행동을 할 때 생체내로 신호를 주어 제어하는 방식의 바이오피드백은 수면 이갈이의 발생시 진동을 주어 근 활동을 멈추게 하고 이것이 반복되면 무의식 중에 학습이 되어 이후 비기능적 습관을 회피하지 않을까라고 추측해 볼 수 있다. 실제로 환자는 6주 이후 바이오피드백 장치를 사용하지 않은 상태에서도 저작근에 힘을 주는 것에 대한 인지와 경계를 하여 이전의 턱관절 질환이 줄었다고 하였으나, 이에 대한 근거자료가 부족하여 이후 연구가 필요하다고 생각된다.

턱관절 질환이 있는 환자를 문진할 때 다수의 경우에서 본인의 과도한 저작력을 인지하지 못한다. 그들은 수면 중 이를 가는 것이 없다고 하고 평소에 지그시 깨물고 있는 습관이 있는지 알지 못한다. 또한 턱관절 질환이 있는 상태에서는 딱딱하거나 질긴 음식을 제대로 씹지 못하여 턱에 힘을 주지 않는데도 계속 아프다고 하는 경우도 있다. 이것은 환자가 수면 중에 clenching과 grinding을 하거나 이것의 연장으로 낮에도 무의식적으로 깨물고 있을 가능성이 높다. 이러한 경우, 바이오피

드백 장치는 환자와 의사에게 근전도 데이터를 이용한 정확한 저작근의 활동을 제공하여 턱관절 치료의 진단에 도움을 줄 수 있고, 의료기관에서만 뿐만 아니라 실생활 환경에서 비기능적인 저작력을 측정할 수 있고 유해한 행동에 대해서 조절할 수 있게 턱관절 질환의 행동치료에 있어서 큰 역할을 할 수 있다고 본다. 턱관절 부위에 계속되는 부하는 저작근의 통증과 관절의 내장증, 그리고 골관절염 등을 유발하고 치료 이후에도 재발하게 하는 주요 요인으로 작용하기 때문에 힘의 비대칭성과 비정상적 강도 및 빈도를 조절하는 것이 턱관절 질환 치료의 시작이라고 볼 수 있다. 특히 행동요법 중 하나인 바이오피드백 장치는 습관성 질환인 턱관절 질환의 진단 및 관리에 도움을 줄 수 있다.

Conflicts of Interest: None

References

1. Dworkin SF, LeResche, L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: Review, criteria, examinations and specifications, critique. J Craniomandib Disord 1992; 6: 301-55.
2. Pullinger AG, Seligman DA, Gornbein JA. A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal fea-

- tures. *J Dent Res* 1993; 72: 968-79.
3. Hylander L. Functional anatomy and biomechanics of the masticatory apparatus. In: Laskin, DM, Greene CS, Hylander WL. Temporomandibular disorders: an evidence-based approach to diagnosis and treatment. Chicago: Quintessence Pub: 2006. p. 3-34.
 4. Krohn S, Brockmeyer P, Kubein-Meesenburg D, Kirschneck C, Buegers R. Elongated styloid process in patients with temporomandibular disorders - is there a link? *Ann Anat* 2018; 217: 118-24.
 5. Smith SB, Maixner DW, Greenspan JD, Dubner R, Fillingim RB, Ohrbach R, et al. Potential genetic risk factors for chronic TMD: genetic associations from the OPPERA case control study. *J Pain* 2011; 12(11 Suppl): T92-101.
 6. Breul R. Biomechanical analysis of stress distribution in the temporomandibular joint. *Ann Anat* 2007; 189: 329-35.
 7. Breul R, Mall G, Landgraf J, Scheck R. Biomechanical analysis of stress distribution in the human temporomandibular joint. *Ann Anat* 1999; 181: 55-60.
 8. del Palomar AP, Santana-Penín U, Mora-Bermúdez MJ, Doblaré M. Clenching TMJs-loads increases in partial edentates: a 3D finite element study. *Ann Biomed Eng* 2008; 36: 1014-23.
 9. Santana-Mora U, Martínez-Ínsua A, Santana-Penín U, del Palomar AP, Banzo JC, Mora MJ. Muscular activity during isometric incisal biting. *J Biomech* 2014; 47: 3891-7.
 10. Tanaka E, Detamore MS, Mercuri LG. Degenerative disorders of the temporomandibular joint: etiology, diagnosis, and treatment. *J Dent Res* 2008; 87: 296-307.
 11. Inui M, Fushima K, Sato S. Facial asymmetry in temporomandibular joint disorders. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 402-6.
 12. Santana-Mora U, López-Cedrún J, Suárez-Quintanilla J, Varela-Centelles P, Mora MJ, Da Silva JL, et al. Asymmetry of dental or joint anatomy or impaired chewing function contribute to chronic temporomandibular joint disorders. *Ann Anat* 2021; 238: 151793.
 13. Suvinen TI, Reade PC, Kempainen P, Könönen M, Dworkin SF. Review of aetiological concepts of temporomandibular pain disorders: towards a biopsychosocial model for integration of physical disorder factors with psychological and psychosocial illness impact factors. *Eur J Pain* 2005; 9: 613-33.
 14. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet JP, et al. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for clinical and Research Applications: recommendations of the international RDC/TMD consortium network* and orofacial pain special interest group. *J Oral Facial Pain Headache* 2014; 28: 6-27.
 15. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T, et al. international consensus on the assessment of bruxism: report of a work in progress. *J Oral Rehabil* 2018; 45: 837-44.
 16. Nickerson JW, Moystad A. Observations on individuals with radiographic bilateral condylar remodeling. *J Craniomandibular Pract* 1982; 1: 20-37.
 17. Katzberg RW, Tallents RH, Hayakawa K, Miller TL, Goske MJ, Wood BP. Internal derangements of the temporomandibular joint: findings in the pediatric age group. *Radiology* 1985; 154: 125-7.
 18. Fushima K, Akimoto S, Takamoto K, Sato S, Suzuki Y. Morphological feature and incidence of TMJ disorders in mandibular lateral displacement cases. *Nihon Kyosei Shika Gakkai Zasshi* 1989; 48: 322-8.
 19. Manfredini D, Segù M, Arveda N, Lombardo L, Siciliani G, Rossi A, et al. Temporomandibular joint disorders in patients with different facial morphology. A systematic review of literature. *J Oral Maxillofac Surg* 2016; 74: 29-46.
 20. Ananthan S, Pertes RA, Bender SD. Biomechanics and derangements of the temporomandibular joint. *Dent Clin North Am* 2023; 67: 243-57.
 21. Voerman GE, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ. Changes in pain, disability, and muscle activation patterns in chronic whiplash patients after ambulance myofeedback training. *Clin J Pain* 2006; 22: 656-63.
 22. Tate JJ, Milner CE. Real-time kinematic, temporospatial, and kinetic biofeedback during gait retraining in patients: a systematic review. *Phys Ther* 2010; 90: 1123-34.
 23. Florjanski W, Malysa A, Orzeszek S, Smardz J, Olchoway A,

Paradowska-Stolarz A, et al. Evaluation of biofeedback usefulness in masticatory muscle activity management - a systematic review. J Clin 2019 ; 30: 766.

24. Goodeeps, Miraclare Co., Ltd., Republic of Korea. Available at: https://miraclare.com/#what_we_make_1.

Surgical treatment of mandibular prognathism using intraoral vertical ramus osteotomy

구내 상행지 수직골 절단술을 활용한 하악전돌증 수술치료의 최신 지견

Hwi-Dong Jung^{ID}, You Na Oh^{ID}, Gi Jung Kim^{ID*}

Wiz Dental Clinic, Seoul, Korea

ABSTRACT

Intraoral vertical ramus osteotomy (IVRO) is a surgical procedure that can be used to move the distal segment of the mandible posteriorly for the treatment of mandibular prognathism. The mesial segment overlaps with distal segment laterally and goes through a healing process while cortical-to-cortical contact. Compared to sagittal split ramus osteotomy (SSRO), IVRO has the following advantages: the surgical procedure is simple, so there is a low possibility of unexpected fractures; the surgical time is short relatively; the possibility of inferior alveolar nerve damage is low; it has positive effect in treatment temporomandibular joint disease through the condylotomy effect; and the anteroposterior stability is relatively favorable. (*J Korean Dent Assoc* 2025; 63(6): 207-215)

Key words : Intraoral vertical ramus osteotomy, IVRO, SSRO, Orthognathic surgery, Prognathism, Dentofacial deformity

서론

교정치료를 통해 해결할 수 없는 심한 골격성 부정교합의 치료와 악안면 기형 환자의 정상적인 교합 및 안면 윤곽 회복을 위해서는 악교정수술이 반드시 필요하다. 하악골은 하관 1/3을 형성하며 악교정수술이 진행되는 주요 부위에 해당되며, 우리나라가 포함된 동아시아에서는 하악골전돌증이 가장 흔한 형태이다¹⁾. 하악골의 재위치화를 위해 가장 널리 사용되는 술식은 시상분할골절단술(sagittal split ramus osteotomy; SSRO)²⁾과 구내 상행지 수직골절단술(intraoral vertical ramus osteotomy; IVRO)³⁻⁶⁾가 있다.

SSRO는 하악골의 전진 및 후퇴에 모두 사용될 수 있으며, 전 세계적으로 널리 사용되는 술식이다. 하악골 상행지를 시상면을 따라 절단한 후 변화된 위치상에 견고하게 고정하기 때문에 약간고정 기간을 단축시킬 수 있고, 넓은 골 접촉면을 제공하

로 빠른 치유를 기대할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 SSRO는 IVRO에 비해 하치조신경 손상이 발생할 가능성이 더 높고^{7,8)}, 턱관절 질환이 있는 경우 IVRO에 비해 상대적으로 불리한 것으로 알려져 있으며, 안정성 면에서도 전방으로의 재발 경향이 있는 것으로 알려져 있다⁹⁾. 반면 IVRO는 하악골 후퇴를 목적으로만 적용될 수 있는 술식이라는 한계가 있지만, SSRO에 비해 더 빠르고, 간단하고, 신경손상이 적다는 장점이 있으며, 하악과두 재위치화를 통해 턱관절 치료 효과를 기대할 수 있고, 전후방적 안정성에서 보다 유리한 것으로 알려져 있다.

본 논문을 통해 하악골전돌증의 치료를 위해 이용되는 IVRO의 특징을 알아보고, 성공적인 수술을 위한 계획수립의 핵심, 술식의 장점과 단점 등을 포함한 최신 지견을 알아보고자 한다.

본론

IVRO의 술식은 다음과 같다. 절개는 하악 대구치 교합평면을 기준으로 상방 1cm 정도부터 전방으로 소구치 후방부까지

*Corresponding author : Dr. Gi Jung Kim
Wiz Dental Clinic, 546, Gangnam-daero, Gangnam-gu, Seoul 06110, Korea
Tel: +82-2-3488-5588, E-mail: clinicwiz@naver.com

구강전정 상에 진행하고, 점막부터 골막까지를 포함하는 전층 피판을 형성하여 상행지 측방의 피판을 거상한다. 상방으로는 S절흔(sigmoid notch), 하방으로는 우각부 하연, 후방으로는 상행지 후연까지 골점막을 완전히 벗겨 상행지의 측면을 완전히 노출시킨다. S절흔과 우각부 하연에 한쌍의 견인자(bauer's retractor)를 걸어 상행지 측면에 oscillating saw가 들어갈 수 있는 공간을 확보한다. 노출된 상행지 측면에서 반소설돌기부(antilingual eminence)를 확인하고 후방으로 수직 골절단선의 방향과 위치를 표시한다(Fig. 1).

이후 전동톱(oscillating saw)을 이용하여 반소설돌기부부터 하방으로 골절단을 시행하고 다시 위쪽으로 S절흔까지 약

간의 전방 경사를 주어 골절단을 완성한다. 골편 사이의 완전한 분리를 확인하고 근심골편 내측에 부착된 골막과 근육을 박리하고 근심골편이 원심골편의 외측에 중첩되도록 한다(Fig. 2).

절단된 골편은 익돌근 교근 포(ptyergomasseteric envelop)에 둘러싸인 해부학적 환경과 연가골이 형성되기 전까지 근심골편의 자유로운 움직임이 허용되는 독특한 환경 하에서 치유가 진행된다. 약간고정을 하지 않더라도 골편 사이의 치유에는 문제가 발생하지는 않지만, 술후 안정적인 교합을 완성하고 환자의 불편감을 줄이기 위해 통상 2주 정도의 약간고정(intermaxillary fixation)을 진행한다¹⁰⁻¹³).

성공적인 IVRO 술식을 시행하기 위해서는 적절한 치료계획

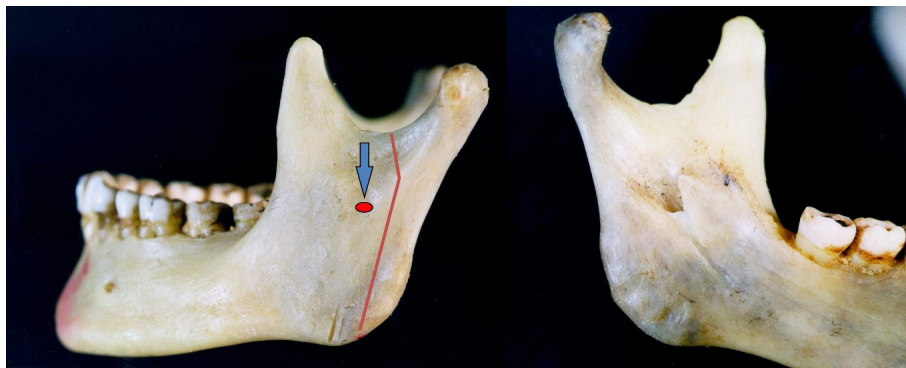


Fig. 1. Osteotomy design for intraoral vertical ramus osteotomy. The osteotomy line must be designed behind antilingual eminence.

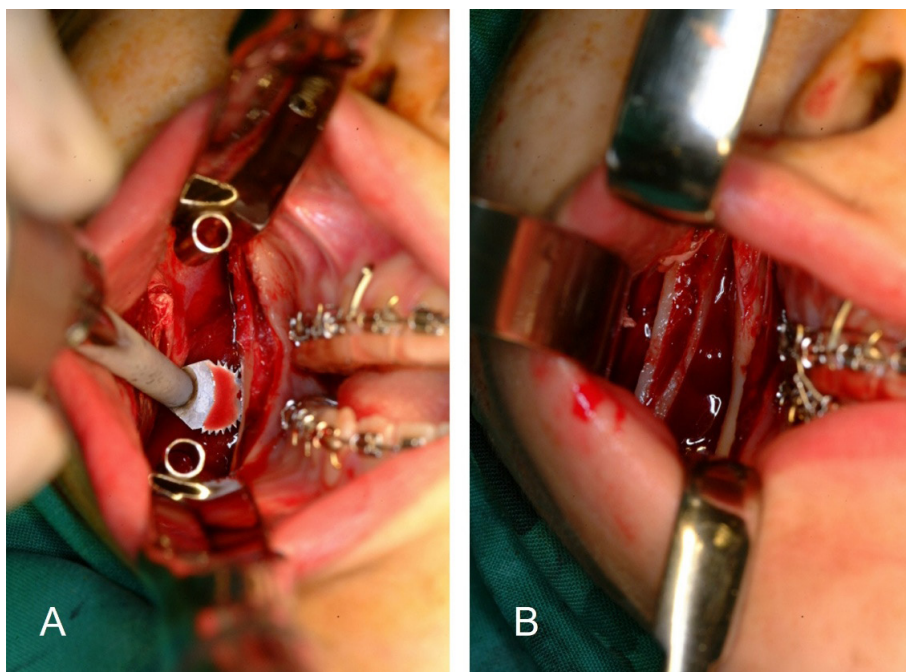


Fig. 2. A. A pair of bauer retractors are placed at the sigmoid notch and the inferior border of the mandibular angle. B. Following vertical osteotomy, the mesial segment is overlapped laterally to the distal segment.

을 수립하여야 한다. 하악골의 근육돌기에는 측두근, 하악각에는 교근, 이부에는 suprahyoid muscle group이 부착된다. 이에 따라 IVRO 시행 후 측두근이 신전되는 방향(원심골편의 후방이 떨어져 상행지 길이가 늘어나는 방향)으로 수술 계획이 수립되는 경우 장기적으로 전방 개방교합이 반드시 발생하게 된다(Fig. 3). 이를 막기 위해서는 하악골 근육돌기가 후상방으로 위치되도록, 하악골 상행지가 길어지지 않는 방향으로 수술이 진행되도록 수술 계획을 반드시 수립하여야 한다(Fig. 4).

IVRO의 특징 중 가장 두드러진 부분은 우선 하치조신경 손상 발생률이 매우 낮다는 점이다¹⁴. SSRO 시행 중 하치조신경의 완전 절단은 1.8-18 %에서 발생한다고 알려져 있고¹⁵⁻¹⁸, SSRO와 관련된 신경손상으로 인한 감각이상 가능성은 85% 정도까지 보고된 바 있다^{7,19,20}. 이에 비해 IVRO 후 신경 손상 가능성은 1% 미만으로 알려져 있다. IVRO에서 신경 손상 발생률이 낮은 이유는 골절단 부위를 하악골 후방에 유지함으로써 신경 손상을 쉽게 피할 수 있기 때문이다. 이에 추가로 IVRO를 진행할 때 보다 짧은 톱날을 사용하고, (CB)CT를 통한 길이와 두께를 확인함으로써 신경 손상 가능성을 더욱 낮출 수 있다.

계획된 골절선과 다르게 골절단이 시행된 경우를 예기치 않은 골절(bad split)이라 하며 시술이 복잡할수록 그 확률은 당

연히 높아진다. 따라서 SSRO의 경우 bad split이 발생할 확률이 훨씬 높으며, 평균 약 2.3% 정도에서 발생한다고 알려져 있다^{21,22}. 논란의 여지가 있지만 메타분석 결과 환자의 연령 증가가 예기치 않은 골절과 상관관계가 있는 것으로 알려져 있으며²², 골편의 크기가 작거나 합병증이 발생할 경우 골수염 또는 부정유합의 발생가능성이 있음을 명심해야 한다.

IVRO 후 관절잡음, 통증 및 기타 턱관절 증상이 개선되는 것은 IMF 기간동안 턱관절과 주변 근육의 휴식, 관절강 내 압력 저하때문일 가능성이 높으며, 이를 과두절제술 효과(condylotomy effect)라 칭한다²³⁻²⁸. Jung 등²⁹은 IVRO 후 관절잡음이 70.8-94.3% 개선되었고, 턱관절 통증은 89.4%까지 개선되었다고 보고했다(Tables 1 and 2). Ueki 등³⁰의 MRI를 활용한 연구에서도 앞의 결과와 유사하게 SSRO에서는 개선된 효과가 없었지만 IVRO 후에는 50% 정도에서 관절원판 전방 변위가 정상으로 회복됨을 보고한 바 있다.

IVRO와 SSRO에서 모두 약간고정 기간이 짧을수록 수술 후 개구량 회복에 도움이 되는 것으로 알려져 있다³¹. 하지만, IVRO의 경우 연가골이 형성에 필요한 최소 시간이 7일이므로 환자의 편의와 안정적이고 신뢰할 수 있는 치유의 확보를 위해

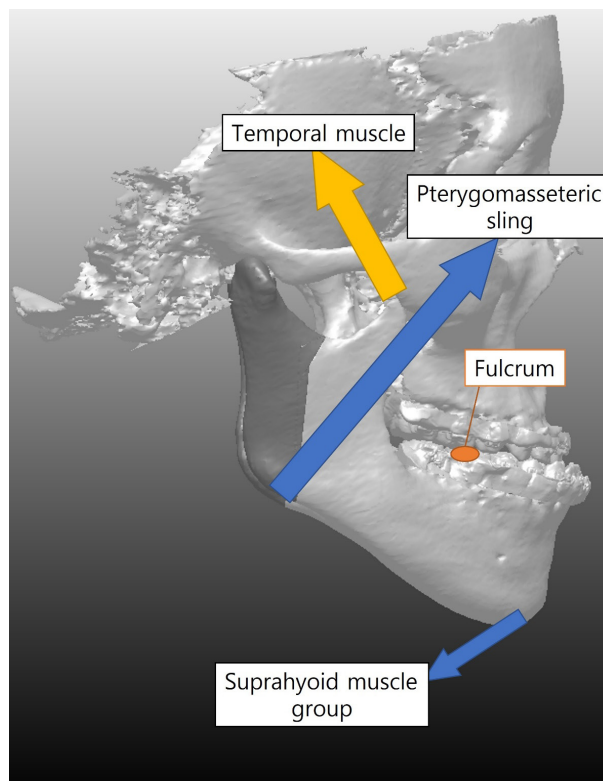


Fig. 3. Schematic diagram to understand the influence of mandibular muscles' attachment on postoperative stability.

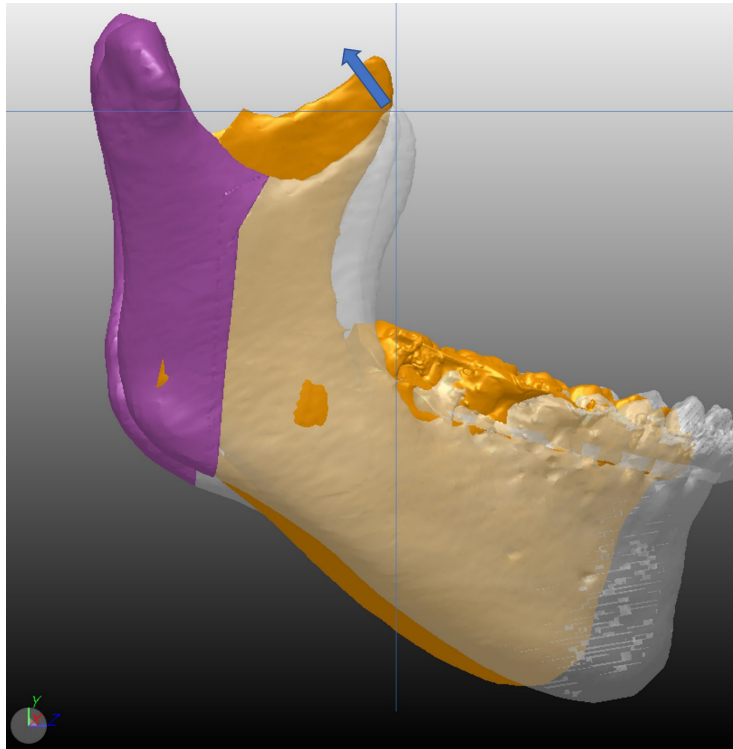


Fig. 4. To ensure a stable occlusion following IVRO, the coronoid process should be moved postero-superiorly as shown by the arrow.

Table 1. Chronological changes of temporomandibular joint (TMJ) sound following intraoral vertical ramus osteotomy²⁹⁾

	Preop	Follow-up					
		1 mo postop	3 mo postop	6 mo postop	12 mo postop	18 mo postop	24 mo postop
No. of joints with clicking present	158	14	29	26	23	17	10
Total No. of TMJs	434	434	420	396	256	156	112
% of joints with clicking present	37.33	3.23*	6.90*	6.57*	8.98*	10.90*	8.93*

Preop, preoperatively, Postop, postoperatively, mo: month, No: number, *: $p < 0.05$, χ^2 test

Table 2. Chronologic changes of temporomandibular joint (TMJ) pain following intraoral vertical ramus osteotomy²⁹⁾

	Preop	Follow-up					
		1 mo postop	3 mo postop	6 mo postop	12 mo postop	18 mo postop	24 mo postop
No. of joints with pain present	47	5	4	3	6	0	0
Total No. of TMJs	434	434	420	396	256	156	112
% of joints with pain present	10.83	1.15*	0.95*	0.76*	2.34*	0*	0*

Preop, preoperatively, Postop, postoperatively, mo: month, No: number, *: $p < 0.05$, χ^2 test

서는 2주 정도의 악간고정이 추천된다. 2주 정도의 악간 고정 을 시행하더라도 적절한 물리치료를 진행한다면 개구량 회복 에는 특별한 문제가 발생하지 않는다. Jung 등³²⁾은 IVRO 시행 후 수술 전 최대 개구량(maximum mouth opening)의 90% 를 회복하는 데에는 약 6개월이 소요되었고, 통계적으로 수술 전 수준에 근접하는 데는 12개월이 소요된다고 보고하였다. 즉, IVRO 후 적절한 재활 물리치료를 적용하면 저작근의 재활 과 하악 저운동성 개선에 도움이 된다고 생각할 수 있다.

수술 후 교정치료를 진행할 때 전후방적인 재발이 2.0mm를 초과하면 수술 후 치료기간이 늘어나고, 최종적으로 좋은 교합 상태를 완성하기 어렵다³³⁾. Costa 등³⁴⁾은 3급 부정교합의 치료 를 위해 SSRO를 이용한 경우 약 30.8%에서 2.0 mm 이상의 유 의한 전방 재발(anterior relapse)이 있을 수 있다고 보고하였으 며, profit 등³⁵⁾은 2014년 발표된 논문에서 1995년 이후부터 지 금까지 SSRO 수술적 기법의 계속적인 발전이 있었지만 아직까 지 전방 재발과 관련해서는 결과가 만족스럽지 못하다고 보고한 바 있다. 이에 반해 IVRO의 경우 약간의 후방 재발(posterior re lapse)이 발생함이 보고되고 있다^{10,11,36)}. Jung 등³⁷⁾의 연구에 따 르면 IVRO 후 1년째에 menton은 상방으로 평균 3.0mm, 후방 으로 평균 1.3mm 이동됨을 보고하였으며, 하악의 수술적 이동 량과 재발량 사이의 상관관계가 없다고 보고하였다. 앞의 결과 와 유사하게 SSRO와 IVRO를 이용한 randomized controlled trial을 진행한 Li 등⁹⁾도 수평적인 안정성은 SSRO보다 IVRO가 보다 우수하다고 보고하였다. 따라서, IVRO를 진행한다면 수술 계획 수립 시에 재발을 고려한 과교정(overcorrection)은 필요 하지 않다. 그리고, IVRO 후에는 SSRO처럼 전방 재발이 잘 발생

하지 않기 때문에 class III elastics 보다는 occlusal seating을 시 키기 위한 수직 방향 또는 class II elastics를 적극적으로 활용하 는 것이 바람직할 것이다.

IVRO의 가장 기본적인 단점은 악간 고정이 반드시 필요하 다는 점이다. 하지만, 골편 사이의 가골이 형성되는 시기에 적 절한 안정 기간만 확보된다면 치유 과정 상에 문제가 발생하는 경우는 없다³⁸⁾. 하루만 강선을 이용한 견고한 악간고정 후 고무 줄 조기 적용을 해도 충분히 좋은 결과를 얻었다는 보고도 있 지만³⁹⁾, 골편 사이의 움직임을 느끼는 것 또한 환자에게 불편이 될 수 있기에 저자 등은 2주 정도의 악간고정 기간을 유지하는 것이 좋다고 생각한다.

IVRO 후 많은 사람들이 오해하는 내용 중 하악각 넓이 증 가가 발생할 수 있다는 의문이다. 실제로 IVRO 후 근심골편 은 외측으로 평균 15도 정도 회전하지만, 익돌근 교근 포에 둘 러 쌓여있는 독특한 환경의 덕분으로 치유과정에서 점차 원래 의 각도로 내회전되며 회복된다고 알려져 있다^{40,41)}. 그렇기 때 문에 IVRO 후 하악각의 넓이는 경조직과 연조직 모두에서 넓 어지지 않는다⁴²⁾. 하악각이 지나치게 발달해 있거나, 하악 후 방 이동량이 과도하여 근심골편이 과도하게 외측으로 변위될 경우 수술 직후 하악각 넓이의 과도한 증가가 나타날 수도 있 는데, 이런 경우는 J-VRO 또는 Y-VRO와 같은 변형된 형태 로 수술 초기부터 심미적으로 개선된 상태를 만들어 낼 수 있 을 것이다⁴³⁾.

최근 심한 악안면 기형의 분석과 치료를 위해 3D simula tion 및 CAD/CAM 기법이 널리 활용되고 있다⁴⁴⁻⁴⁶⁾. 악교정 수술 영역에서 SSRO와 IVRO 적용 시 수술 방법에 맞춰 골편

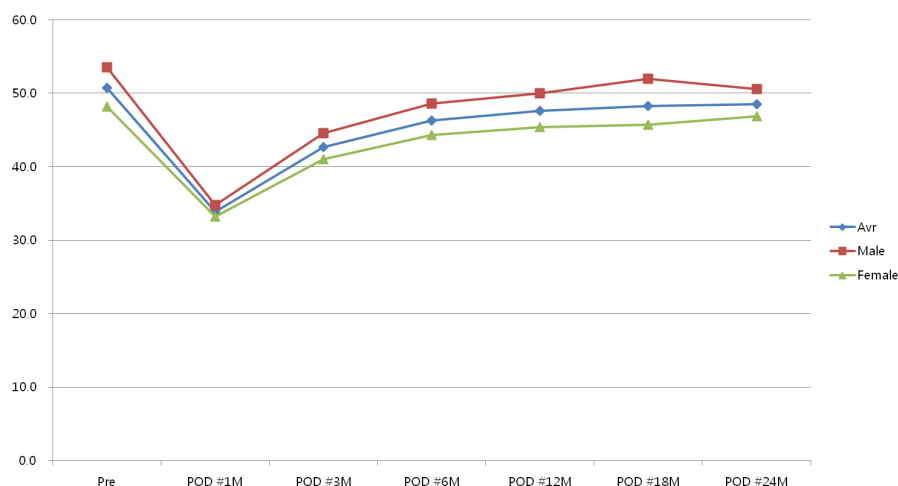


Fig. 5. Chronologic changes of maximum mouth opening following intraoral vertical ramus osteotomy procedure³²⁾.

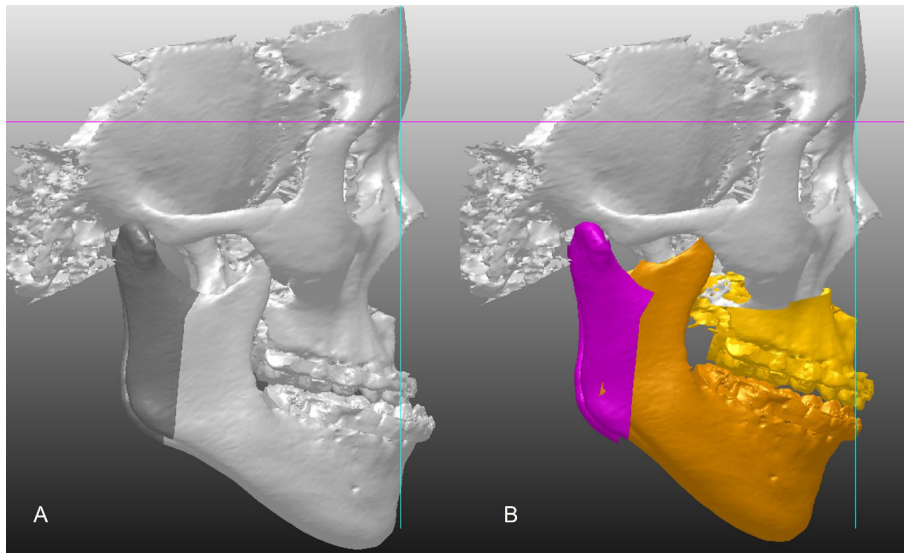


Fig. 6. Example of surgical planning using 3D simulation for intraoral vertical ramus osteotomy procedure.

의 골절선을 예측하고 수술 전 미리 시뮬레이션을 진행함으로써 수술 후 발생할 수 있는 합병증을 미리 예측하고 예방할 수 있다(Fig. 6). 3D simulation을 IVRO 수술 계획 시 활용하면, 하악공의 위치를 정확히 예측하여 하치조신경 손상을 미리 막을 수 있는 점, 안정성을 위해 근육돌기의 후상방 이동을 완벽히 만들어 낼 수 있는 점, 하악각 및 이부의 정확한 이동 위치를 미리 예상하여 심미적으로 보다 개선된 결과를 만들어 낼 수 있는 점 등을 장점으로 들 수 있다. 또한 과두의 형태나 안정성에 따라 수술 시 사용하는 장치의 형태를 변형하여 3D 프린팅이 가능하므로 보다 정확한 수술 결과를 만들어 내는 데 유리할 것이다⁴⁷⁾. 최근에는 전산유체역학(computational fluid dynamics), 기계학습, 인공지능 등을 활용하여 하악골 후퇴 후 기도공간 감소에 따른 수면무호흡증 발생에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다⁴⁸⁻⁵⁰⁾.

IVRO는 하악골전돌증의 치료를 위해 하악의 원심 골편을 후방 이동할 때 이용할 수 있는 술식이다. 수직으로 절단된 근심 골편은 원심 골편의 외측으로 중첩되며 피질골-피질골 접촉을 하며 치유되는 과정을 거친다. IVRO는 SSRO에 비해¹⁾ 술식이 간단하여 예기치 않은 골절이 발생할 가능성이 낮고²⁾, 수술 시간이 짧으며³⁾, 하치조신경 손상 가능성이 낮고⁴⁾, 과두 절제술 효과를 통해 측두하악관절 질환의 개선에 유리하고^{5,29,30)}, 전후방적 안정성이 상대적으로 유리하다³⁷⁾는 장점이 있다.

Conflicts of Interest: None

References

1. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: a systematic review. *Dental Press J Orthod* 2018; 23: 40.e1-10.
2. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1957; 10: 677-89.
3. Hebert JM, Kent JN, Hinds EC. Correction of prognathism by an intraoral vertical subcondylar osteotomy. *J Oral Surg* 1970; 28: 651-3.
4. Wilbanks JL. Correction of mandibular prognathism by double-oblique intraoral osteotomy: a new technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 31: 321-7.
5. Massey GB, Chase DC, Thomas PM, Kohn MW. Intraoral oblique osteotomy of the mandibular ramus. *J Oral Surg* 1974; 32: 755-9.
6. Hall HD, Chase DC, Payor LG. Evaluation and refinement of the intraoral vertical subcondylar osteotomy. *J Oral Surg* 1975; 33: 333-41.
7. MacIntosh RB. Experience with the sagittal osteotomy of the mandibular ramus: a 13-year review. *J Maxillofac Surg* 1981;

- 9: 151-65.
8. Teltzrow T, Kramer FJ, Schulze A, Baethge C, Brachvogel P. Perioperative complications following sagittal split osteotomy of the mandible. *J Craniomaxillofac Surg* 2005; 33: 307-13.
9. Li DT, Wang R, Wong NS, Leung YY. Postoperative stability of two common ramus osteotomy procedures for the correction of mandibular prognathism: a randomized controlled trial. *J Craniomaxillofac Surg* 2022; 50: 32-9.
10. Greebe RB, Tuinzing DB. Overcorrection and relapse after the intraoral vertical ramus osteotomy. A one-year postoperative review of thirty-five patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 54: 382-4.
11. Ayoub AF, Millett DT, Hasan S. Evaluation of skeletal stability following surgical correction of mandibular prognathism. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2000; 38: 305-11.
12. Lai SS, Tseng YC, Huang IY, Yang YH, Shen YS, Chen CM. Skeletal changes after modified intraoral vertical ramus osteotomy for correction of mandibular prognathism. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007; 60: 139-45.
13. Chen CM, Lee HE, Yang CF, Shen YS, Huang IY, Tseng YC, et al. Intraoral vertical ramus osteotomy for correction of mandibular prognathism: long-term stability. *Ann Plast Surg* 2008; 61: 52-5.
14. Al-Bishri A, Barghash Z, Rosenquist J, Sunzel B. Neurosensory disturbance after sagittal split and intraoral vertical ramus osteotomy: as reported in questionnaires and patients' records. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005; 34: 247-51.
15. Turvey TA. Intraoperative complications of sagittal osteotomy of the mandibular ramus: incidence and management. *J Oral Maxillofac Surg* 1985; 43: 504-9.
16. van Merkesteyn JP, Groot RH, van Leeuwen R, Kroon FH. Intra-operative complications in sagittal and vertical ramus osteotomies. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987; 16: 665-70.
17. Agbaje JO, Salem AS, Lambrichts I, Jacobs R, Politis C. Systematic review of the incidence of inferior alveolar nerve injury in bilateral sagittal split osteotomy and the assessment of neurosensory disturbances. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015; 44: 447-51.
18. Westermarck A, Bystedt H, von Konow L. Inferior alveolar nerve function after mandibular osteotomies. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1998; 36: 425-8.
19. Nishioka GJ, Zysset MK, Van Sickels JE. Neurosensory disturbance with rigid fixation of the bilateral sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45: 20-6.
20. Walter JM, Jr, Gregg JM. Analysis of postsurgical neurologic alteration in the trigeminal nerve. *J Oral Surg* 1979; 37: 410-4.
21. Steenen SA, Becking AG. Bad splits in bilateral sagittal split osteotomy: systematic review of fracture patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45: 887-97.
22. Steenen SA, van Wijk AJ, Becking AG. Bad splits in bilateral sagittal split osteotomy: systematic review and meta-analysis of reported risk factors. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016; 45: 971-9.
23. Boyd SB, Karas ND, Sinn DP. Recovery of mandibular mobility following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1991; 49: 924-31.
24. Hall HD, McKenna SJ. Further refinement and evaluation of intraoral vertical ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45: 684-8.
25. Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Hashiba Y, Shimizu C, Nakgawa K, et al. Condylar and disc positions after intraoral vertical ramus osteotomy with and without a Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 36: 207-13.
26. Bell WH, Yamaguchi Y. Condyle position and mobility before and after intraoral vertical ramus osteotomies and neuromuscular rehabilitation. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1991; 6: 97-104.
27. Astrand P, Ericson S. Relation between fragments after oblique sliding osteotomy of the mandibular rami and its influence on postoperative conditions. *Int J Oral Surg* 1974; 3: 49-59.
28. Egyedi P, Houwing M, Juten E. The oblique subcondylar osteotomy: report of results of 100 cases. *J Oral Surg* 1981; 39: 871-3.
29. Jung HD, Jung YS, Park HS. The chronologic prevalence of

- temporomandibular joint disorders associated with bilateral intraoral vertical ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 797-803.
30. Ueki K, Marukawa K, Nakagawa K, Yamamoto E. Condylar and temporomandibular joint disc positions after mandibular osteotomy for prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60: 1424-32.
 31. Ueki K, Marukawa K, Hashiba Y, Nakagawa K, Degerliyurt K, Yamamoto E. Assessment of the relationship between the recovery of maximum mandibular opening and the maxillomandibular fixation period after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 486-91.
 32. Jung HD, Jung YS, Park JH, Park HS. Recovery pattern of mandibular movement by active physical therapy after bilateral transoral vertical ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70: e431-7.
 33. Proffit WR, Phillips C, Dann Ct, Turvey TA. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal class III malocclusion. i. mandibular setback. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1991; 6: 7-18.
 34. Costa F, Robiony M, Politi M. Stability of sagittal split ramus osteotomy used to correct class III malocclusion: review of the literature. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2001; 16: 121-9.
 35. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability after mandibular setback: mandible-only versus 2-jaw surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70: e408-14.
 36. Yoshioka I, Khanal A, Tominaga K, Horie A, Furuta N, Fukuda J. Vertical ramus versus sagittal split osteotomies: comparison of stability after mandibular setback. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 1138-44.
 37. Jung HD, Jung YS, Kim SY, Kim DW, Park HS. Postoperative stability following bilateral intraoral vertical ramus osteotomy based on amount of setback. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013; 51: 822-6.
 38. Jung HD, Kim SY, Jung HS, Park HS, Jung YS. Immunohistochemical analysis on cortex-to-cortex healing after mandibular vertical ramus osteotomy: a preliminary study. *J Oral Maxillofac Surg* 2018; 76: 437e1-8.
 39. Ohba S, Tasaki H, Tobita T, Minamizato T, Kawasaki T, Motooka N, et al. Assessment of skeletal stability of intraoral vertical ramus osteotomy with one-day maxillary-mandibular fixation followed by early jaw exercise. *J Craniomaxillofac Surg* 2013; 41: 586-92.
 40. Choi YS, Jung HD, Kim SY, Park HS, Jung YS. Remodelling pattern of the ramus on submentovertex cephalographs after intraoral vertical ramus osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013; 51: e259-62.
 41. Song SH, Kim JY, Lee SH, Park JH, Jung HD, Jung YS. Three-dimensional analysis of transverse width of hard tissue and soft tissue after mandibular setback surgery using intraoral vertical ramus osteotomy: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2019; 77: 407.e1-6.
 42. Jung YS, Kim SY, Park SY, Choi YD, Park HS. Changes of transverse mandibular width after intraoral vertical ramus osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110: 25-31.
 43. Jung HD, Kim SY, Park HS, Jung YS. Modification of intraoral vertical ramus osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2014; 52: 866-7.
 44. Marchetti C, Bianchi A, Bassi M, Gori R, Lamberti C, Sarti A. Mathematical modeling and numerical simulation in maxillo-facial virtual surgery (VISU). *J Craniofac Surg* 2006; 17: 661-8.
 45. Swennen GR, Mommaerts MY, Abeloos J, De Clercq C, Lamoral P, Neyt N, et al. A cone-beam CT based technique to augment the 3D virtual skull model with a detailed dental surface. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38: 48-57.
 46. Dai J, Tang M, Xin P, Hu G, Si J, Dong Y, et al. Accurate movement of jaw segment in virtual 3D orthognathic surgery. *J Craniofac Surg* 2014; 25: e140-3.
 47. Park JH, Lee YB, Kim SY, Kim HJ, Jung YS, Jung HD. Accuracy of modified CAD/CAM generated wafer for orthognathic surgery. *PLoS One* 2019; 14: e0216945.
 48. Park JH, Kim HS, Choi SH, Jung YS, Jung HD. Changes in position of the hyoid bone and volume of the pharyngeal airway after mandibular setback: three-dimensional analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2019; 57: 29-35.

49. Ryu S, Kim JH, Yu H, Jung HD, Chang SW, Park JJ, et al. Diagnosis of obstructive sleep apnea with prediction of flow characteristics according to airway morphology automatically extracted from medical images: computational fluid dynamics and artificial intelligence approach. *Comput Methods Programs Biomed* 2021; 208: 106243.
50. Yeom SH, Na JS, Jung HD, Cho HJ, Choi YJ, Lee JS. Computational analysis of airflow dynamics for predicting collapsible sites in the upper airways: machine learning approach. *J Appl Physiol* 2019; 127: 959-73.