

Orthodontic Treatment Accompanied by Temporomandibular Joint Replacement in a Patient with Occlusal Collapse due to Unilateral Condylar Resorption

Younhee Kim,¹ Ji-Hyun Lee,² Chooryung J. Chung,² Kyung-Ho Kim²

¹Resident, Department of Orthodontics, Gangnam Severance Dental Hospital, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

²Faculty, Department of Orthodontics, Gangnam Severance Dental Hospital, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

편측 과두 흡수로 인한 교합붕괴 환자의 턱관절 치환술을 동반한 교정 치험례

김연희,¹ 이지현,² 정주령,² 김경호²

¹전공의, 연세대학교 치과대학 치과교정학교실; 강남세브란스병원 치과교정과

²교수, 연세대학교 치과대학 치과교정학교실; 강남세브란스병원 치과교정과

ABSTRACT

This case report presents the interdisciplinary management of a patient with occlusal collapse resulting from unilateral condylar resorption. The patient presented with facial asymmetry, posterior bite collapse, and significant periodontal breakdown on the affected side. To restore mandibular structure and function, unilateral temporomandibular joint (TMJ) replacement was performed. After confirming periodontal stability through comprehensive periodontal therapy, orthodontic treatment was initiated to upright the severely inclined dentition and close residual spaces using controlled mechanics adapted to compromised periodontal support. Through this staged, multidisciplinary approach—including surgical, periodontal, and orthodontic interventions—functional occlusion, facial symmetry, and skeletal harmony were achieved, demonstrating a favorable esthetic and functional outcome with long-term prognosis. (Clin J Korean Assoc Orthod 2025;15(3):260-274)

Key words TMJ replacement, Occlusal collapse, Periodontal problem



Dr. Younhee Kim



Dr. Ji-Hyun Lee



Dr. Chooryung J. Chung



Dr. Kyung-Ho Kim

Corresponding author: Kyung-Ho Kim

Department of Orthodontics, Gangnam Severance Dental Hospital, College of Dentistry, Yonsei University, 211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 10444, Korea

Tel: +82-2-2019-1320 E-mail: khkim@yuhs.ac

Received: July 20, 2025 / Revised: August 5, 2025 / Accepted: August 5, 2025

Copyright © Korean Association of Orthodontists

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 cite.

서론

턱관절 질환은 다양한 기전으로 교합에 변화를 유발하며, 이는 기능적 문제뿐 아니라 해부학적 구조의 변화로도 이어진다. 대표적으로 관절 원판의 변위는 하악 과두의 위치 변화를 초래하여 전치부 또는 구치부 개방교합, 중심위 변위 등의 교합 이상을 유발할 수 있다.¹ 또한 관절염, 외상, 자가면역질환 등에 의해 하악 과두가 흡수되거나² 변형되면 하악지 길이가 감소하며, 이는 하악의 후퇴성 회전(rotation) 및 수직고정의 소실로 이어져 전치부 개방교합이나 Class II 관계의 교합 변화를 야기한다.³

반대로, 종양성 병변이 하악 과두나 하악지에 발생하는 경우에는 종양의 성장에 따라 과두가 하방 및 전방으로 변위되어 하악지 길이가 증가하고, 그 결과 양측성 또는 편측성 구치부 개방교합이 발생할 수 있다. 특히 골연골종(osteochondroma)과 같은 양성 종양은 하악지의 일측성 과성장을 유도하여 교합 평면의 기울어짐과 함께 기능적 불균형을 초래한다.⁴ 종양 절제 이후에도 하악의 구조 변화로 인해 수직고정의 재형성이 어려운 경우가 많아 장기적인 교합 불안정성이 남게 된다.

턱관절의 병적 변화는 보존적 치료에 반응하지 않는 경우 관절강 세정술이나 악교정 수술, TMJ 치환술을 필요로 한다. 특히 관절과 주변으로까지 병변이 존재하는 경우 턱관절 구조를 복원하기 위해 턱관절 치환술이 유일한 치료 옵션으로 남게 된다. 턱관절 치환술은 관절염 외에도 강직, 외상, 종양 절제 후 재건 등에 사용되는 술식으로, 손상된 하악 과두(condyle)와 하악와(glenoid fossa)를 인공 보철물로 대체하여 관절 기능을 회복한다. 턱관절 치환술은 1960~70년대에 고관절 보철물을 턱관절에 응용하는 방식으로 시작되었으며, 초기에는 Silastic이나 Proplast-Teflon과 같은 재료가 사용되었으나 심각한 이물 반응과 조직 파괴 등의 부작용으로 1990년대 초 사용이 중단되었다.⁵

이후 1990년대 중반부터는 Biomet, TMJ Concepts 등의 기업이 생체적합성이 우수한 티타늄 합금 및 고분자 재료(UHMWPE)를 이용해 턱관절 전용 보철물을 개발하면서 현대적 치환술의 기틀이 마련되었다. 2000년대 이후에는 전산화단층촬영(computed tomography: CT) 기반 3D 시물

레이션과 CAD/CAM 기술의 발전으로 환자 맞춤형 인공관절 보철물이 가능해졌고,⁶ 수술의 정밀도와 예후가 크게 향상되었다. 현재는 장기 생존율과 기능적 회복 측면에서 90% 이상의 높은 성공률이 보고되고 있다.⁷

본 논문에서는 만성적인 관절염의 지속으로 인해 편측 하악 과두의 급격한 흡수와 이환측 교합 붕괴를 보이는 환자에서 턱관절 치환술을 동반한 교정치료에 대해 다루고자 한다. 인공 턱관절을 이용하여 턱관절 구조를 복원하고 안모를 개선하였으며, 교정치료를 통해 교합 관계를 회복한 결과에 대해 소개한다.

진단

43세 여성 환자가 턱관절 통증과 안면 비대칭을 주소로 내원하였다. 10년간 타 병원에서 스피린트 치료를 받아왔으며 갑상선암, 흡연(1갑/일)의 의과력이 있었다. 정모 관찰 시 환자는 이부의 우측 편위를 보였으며 좌측에 비해 뚜렷하게 짧은 하악지가 관찰되었다. 동시에 상악 치열과 입술꼬리가 좌측이 내려간 형태의 경사를 보였다. 구강내 소견으로는 하악 우측 치열의 심한 근심 경사와 동요도가 관찰되었다. 심하게 근심 경사된 치열로 인해 하악 우측 제1대구치와 제2소구치 사이에 4 mm가량의 공간이 형성되었으며 하악 전치부에는 중등도의 크라우딩을 보였다. 하악 우측 견치와 제1소구치부 반대교합 및 양측 II급 구치부 관계가 관찰되었다(Figure 1).

파노라마방사선사진 검사 결과 우측 하악 과두의 다방성 방사선 투과상을 동반한 심한 골 파괴가 관찰되었으며 심하게 경사된 치아들과 함께 전 치열의 치주 인대 비후가 보였다. 특히 상악 우측 대구치와 하악 우측 소구치부, 전치부에는 치근단까지 치조골이 파괴되어 있었다(Figure 2). 콘빔 전산화단층촬영 영상에서⁸ 우측 하악 과두(condyle)와 관절와(glenoid fossa)가 광범위하게 파괴되어 있었다. 반면 좌측 하악 과두는 건전하였다(Figure 3).

측면 두부계측방사선사진에서는 II급 골격성 관계(ANB 7.8°)와 좌우측 하악 하연의 뚜렷한 비대칭이 관찰되었다. 상·하악 전치부가 전방 경사되어 있었으나 심미선 대비 상·하순의 위치는 양호하였다. 따라서 본 환자를 우측 하악 과두의 퇴행성 변화와 안면 비대칭을 동반한 골격성 II급 부정



Figure 1. Presurgical facial and intraoral photographs.



Figure 2. Presurgical radiographs.

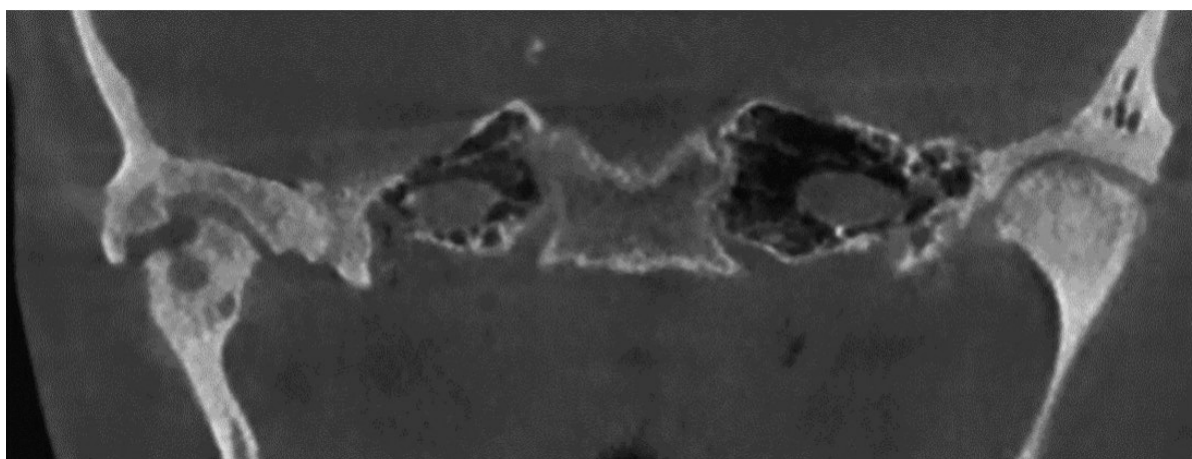


Figure 3. CBCT imaging of the temporomandibular joint: extensive destruction of the right mandibular condyle and glenoid fossa.

Table 1. Cephalometric measurements

Measurement	Norm	Pretreatment	Posttreatment
SNA (°)	82.4	81.2	81.4
SNB (°)	80.4	73.4	75.6
ANB (°)	2.0	7.8	5.4
Wits appraisal	-1.8	1.4	2.3
Gonial angle (°)	117.1	122.4	116.6
SN-MP (°)	32.0	40.2	35.9
Bjork sum	390.2	400.2	395.9
PFH/AFH	62.7	60.4	63.4
U1 to SN (°)	107.0	112.5	108.5
IMPA (°)	95.0	115.1	97.6
Upper lip (E-line)	-0.9	-0.6	-1.6
Lower lip (E-line)	1.8	-0.3	-5.9

교합으로 진단하였다(Table 1).

치료계획

후퇴된 하악골과 8 mm가량의 이부 편위를 해소하기 위한 하악의 편측 전방 이동 및 상악골의 좌측 하방 경사 해소를 위한 Le fort I 술식을 계획하였다. 하지만 환자는 수술 계획 당시 갑상선암을 진단받고 추후 수술 가능성에 대해 안내받은 상태였기에(추가적인 호르몬제 복용이나 항암치료는 진행하지 않았다) 치환술 후 근시일 내 갑상선암 수술 가능성이 있어 최소 침습적인 치료계획을 수립하였다. 따라서 우측 턱관절에만 하악골의 8 mm 편측 전방 이동을 동반한 턱관절 치환술을 시행하기로 하였으며 통증, 염발음, 개구제한 등 급성 증상을 보였기에 술전 교정치료 없이 치환술 먼저 진행하기로⁹ 결정하였다.

가상 수술계획을 수립하기 전, 상순 돌출감 및 상악 치열의 치아배열 양호하여 약간의 설측 경사 후 상악 전치를 전후방적 기준으로 설정하였다. 이에 맞추어 8 mm의 우측 편위를 편측의 전방 이동으로 개선함으로써 pogonion 기준으로는 4 mm가 전방 이동되도록 계획하였다. 하지만 하악골 전진을 위한 적절한 수평피개 형성을 위해서는 3 mm가량의 하악 전치 후방 이동이 필요하였다.

하악 전치의 후방 이동을 위하여 예후가 좋지 않은 치아들

의 전치열 후방 이동보다는, 치근단까지 치조골이 흡수되어 있던 하악 우측 중절치를 발치한 후 공간을 폐쇄하기로 하였다. 또한 하악 우측 중절치 발치 시 하악골이 좌측 이동하며 생기는 하악 정중선의 6 mm가량의 변위를 하악 우측 측절치와 견치를 측절치와 중절치로 치환(substitution)하여 정중선을 일치시키기 용이하다는 장점도 있다. 이 경우 좌측 II 급, 우측 III급 구치관계 형성되나 치주상태를 고려하여 전체 치아 이동량을 최소화하는 치료계획 세웠다(Figure 4).

이와 더불어 4 mm가량의 하악 우측 공간 폐쇄를 위하여 하악 우측 제2소구치의 큰 움직임이 예상되었으나 해당 치아는 치근단의 1/3까지 치조골 파괴가 진행된 상태였다. 하지만 치근점의 위치가 제1대구치와 근접하여 경사 이동을 이용하면 제2소구치에 큰 무리 없이 공간을 폐쇄할 수 있을 것이라 판단하여 제2소구치를 보존하는 치료계획 수립하였다(Figure 2).

치료경과 및 결과

치료경과

우측 하악골의 8 mm 전방 및 좌측 이동을 동반한 가상 수술 계획을 Dolphin Imaging software (version 11.95; CA, USA)을 통해 수립하고 웨이퍼를 제작하였다. Biomet (Zimmer Biomet, Warsaw, IN)을 이용한 우측 턱관절 치

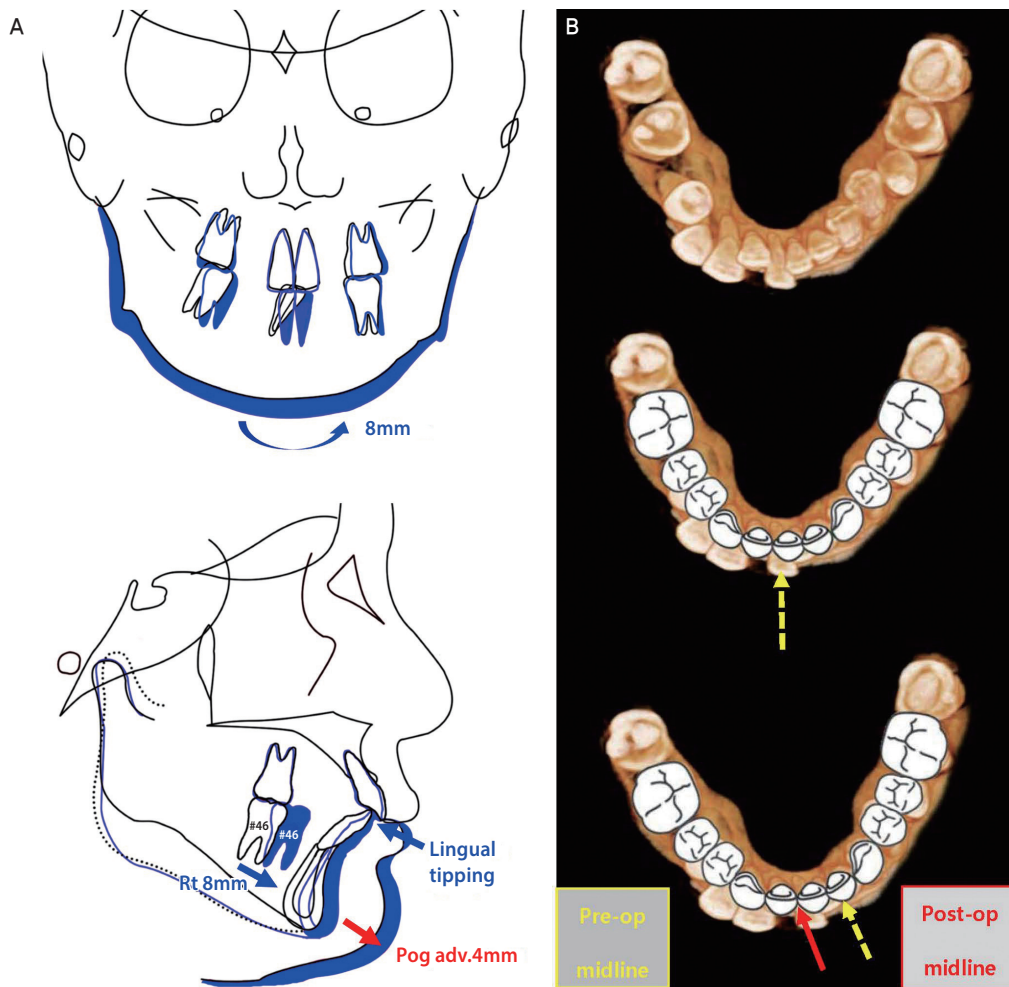


Figure 4. Virtual Treatment Objective. A, Lateral and PA cephalometric simulation. B, Virtual dental setup.

환술을 진행하였으며 조직병리검사 결과는 염증성 조직으로 확인되었다(Figure 5). 수술 후 정모 사진과 콘빔 전산화단층촬영에서 이부 편위가 개선된 것을 관찰하였다(Figures 6, 7). 본 환자의 경우 수술 후 턱관절 물리치료와 함께 치주 치료를 우선적으로 시행하기로 결정하였다. 수술 직후부터 착용하던 경질 웨이퍼는 수술 1개월까지만 사용하였고, 이후에는 취침 시에만 연성 스플린트를 3개월간 사용하였다. 수술 후 물리치료는 수술 1개월 후부터 전방, 측방, 최대 개구를 10회 정도씩 천천히 반복하는 방식으로 이루어졌다. 매일 2시간 간격으로 물리치료를 반복하도록 지도하였다.

이후 물리치료와 치주치료 기간 동안 우측의 교합성 외상이 사라지고, 치주 염증 상태가 개선되며 교정장치 부착 없이도 안정 간격(freeway space)으로 쓰러진 치아들이 직립

하는 양상 관찰되었다(Figure 7). 술후 6개월간의 턱관절 물리치료와 1년간의 전악 치근활택술을 포함한 치주치료를 마친 후 교정치료를 시작하기로 하였다.¹⁰ 술전 양측 모두 II 급 구치 관계였으나 하악골의 편측 8 mm 전방 이동을 통해 술후 우측의 구치 관계는 III급 구치 관계가 되었다. 또한 하악 우측 중절치를 발치함으로써 수평피개는 유지되었다(Figure 8).

하악 우측 치아들의 근심 경사를 해소하기 위한 충분한 안정 간격을 확보하기 위하여 좌측 치열의 교합 거상판 및 상악 우측 치아들의 함입을 시행하였다. 충분한 공간 확보 후 하악 장치 부착하였으며 치주조직의 심한 파괴를 고려하여 0.022-inch 슬롯의 자가결찰 브라켓(clippy-c)을 부착하여 0.014-inch 나이트닐 호선을 삽입하여 약한 힘으로 배열

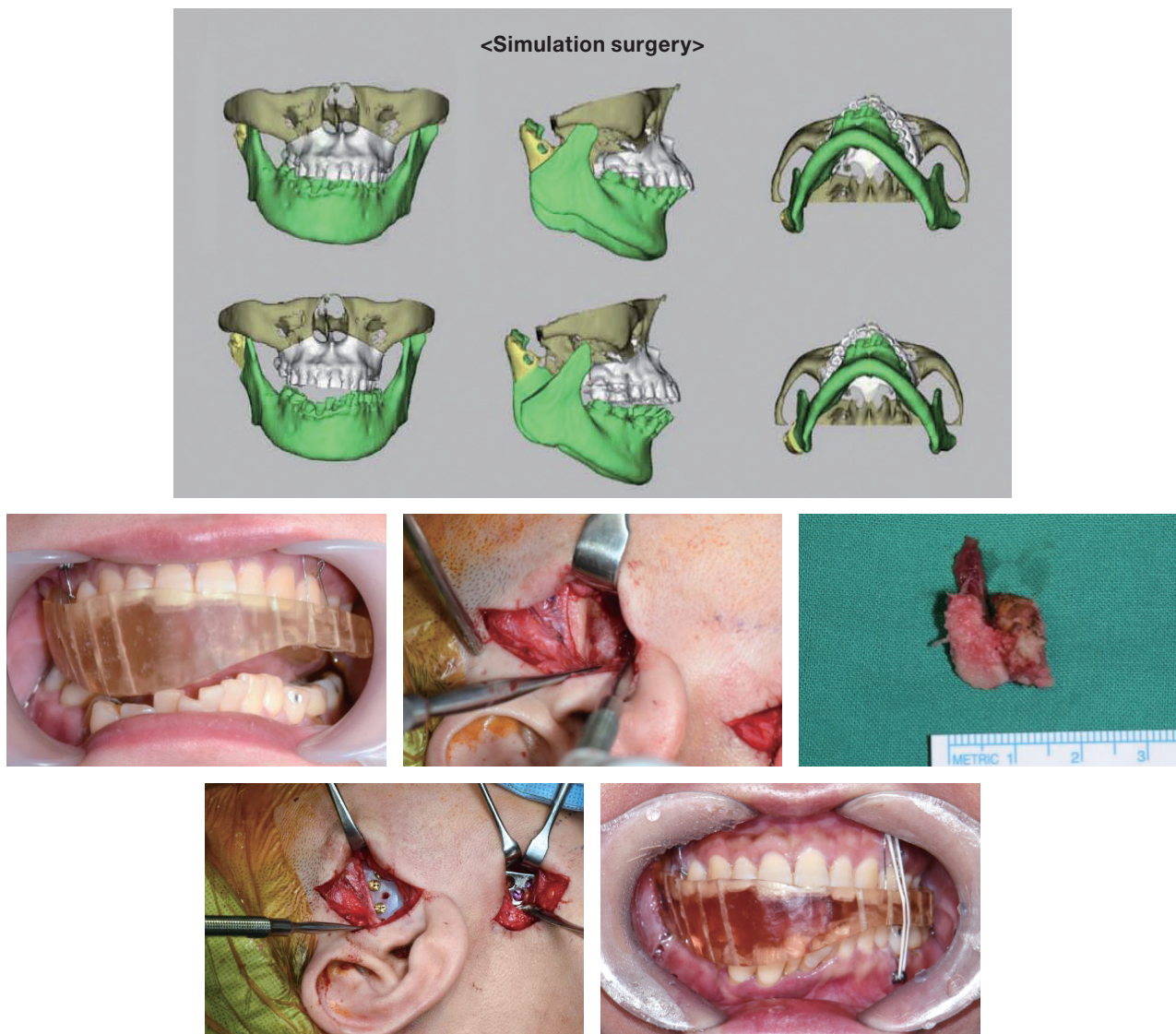


Figure 5. TMJ replacement simulation surgery and surgical process.



Figure 6. Presurgical and postsurgical CBCT superimposition. A, Presurgical CBCT. B, Postsurgical CBCT. C, Superimposition (blue: post-surgical).



Figure 7. Postsurgical facial and intraoral photographs. A, Post-op. 3 days. B, Post-op 9 months.



Figure 8. Post-surgical/pre-orthodontic treatment intraoral photographs.

을 시작하였다(Figure 9A).¹¹

본 환자는 치주조직의 파괴로 인해 약한 힘으로도 빠르게 배열이 이루어졌으며, 우측 소구치부 반대교합 해소를 위해 나이트놀 호선부터 inset bend를 부여하였다. 교합 거상판을 장기간 사용하는 것은 턱관절에 악영향을 끼칠 수 있기에,¹² 구치부 교합이 안정화된 이후에는 대합되는 상악 우측 소구치를 부분적으로 함입시키며(Figure 9B) 하악 소구치 반대교합 해소를 위한 공간을 확보하였다. 하악 우측의 공간을 폐쇄하기 위하여 교정용 미니 임플란트를 이용해 하악 제2대구치의 조절성 경사 이동을 시행하였으나 직립 후 추가 후방 이동 시 반복적인 공간 재발이 관찰되었다. 무리한 공간폐쇄는 해당 치아의 예후를 더욱 악화시킬 수 있다는 판단(Figure 9A) 하에 하악 우측 제2소구치와 제1대구치 사이에 1 mm가량의 공간을 남기고 마무리하기로 하였다. 좌우측 구치부에서 균형적인 교합 접촉이 이루어지고, 전방 및 측방 유도에서 적절한 이개가 확인되는 기능적 교합을 달성한 채 치료 종료하였다.

치료결과

치료 후 구외 사진에서 초진에 비해 안면 비대칭이 뚜렷이 개선되었으나 미약한 이부의 우측 편위와 상악골 및 입술꼬리의 좌측 하방 경사가 남아있었다. 또한 ANB 7.8°의 골격성 II급 관계가 하악골이 전진하면서 ANB 5.4°로 개선되었다. 상·하악 절치의 설측 경사로 치축 각도 역시 개선되었다(Table 1). 말진 구내 스캔에서 좌측 II급, 우측 III급 구치 관계 남아있으나 상·하악 치열 정중선 일치하였고, 양측의 교합점 및 교합력 분산이 균등하게 이루어지는 것을 확인하였다(Figure 10).

측면 두부측측방사선사진 중첩 상 염증성 조직으로 후퇴되어 있던 우측 하악 과두가 인공 턱관절로 대체되며 전방 이동하였으며, pogonion 기준으로 4 mm가량의 전방 이동이 관찰되었다. 하악 치열은 발치 공간 폐쇄로 전치부 각도 감소, 구치부 직립을 보였다. P-A view 분석 결과 8 mm가량의 이부 편위가 1.5 mm가량으로 감소하였으며, 협측 경사되어 있던 상악 우측 구치부 치아들이 직립하며 상악 치열의 좌측 하방 경사도 감소한 것 확인하였다(Figures 11, 12).

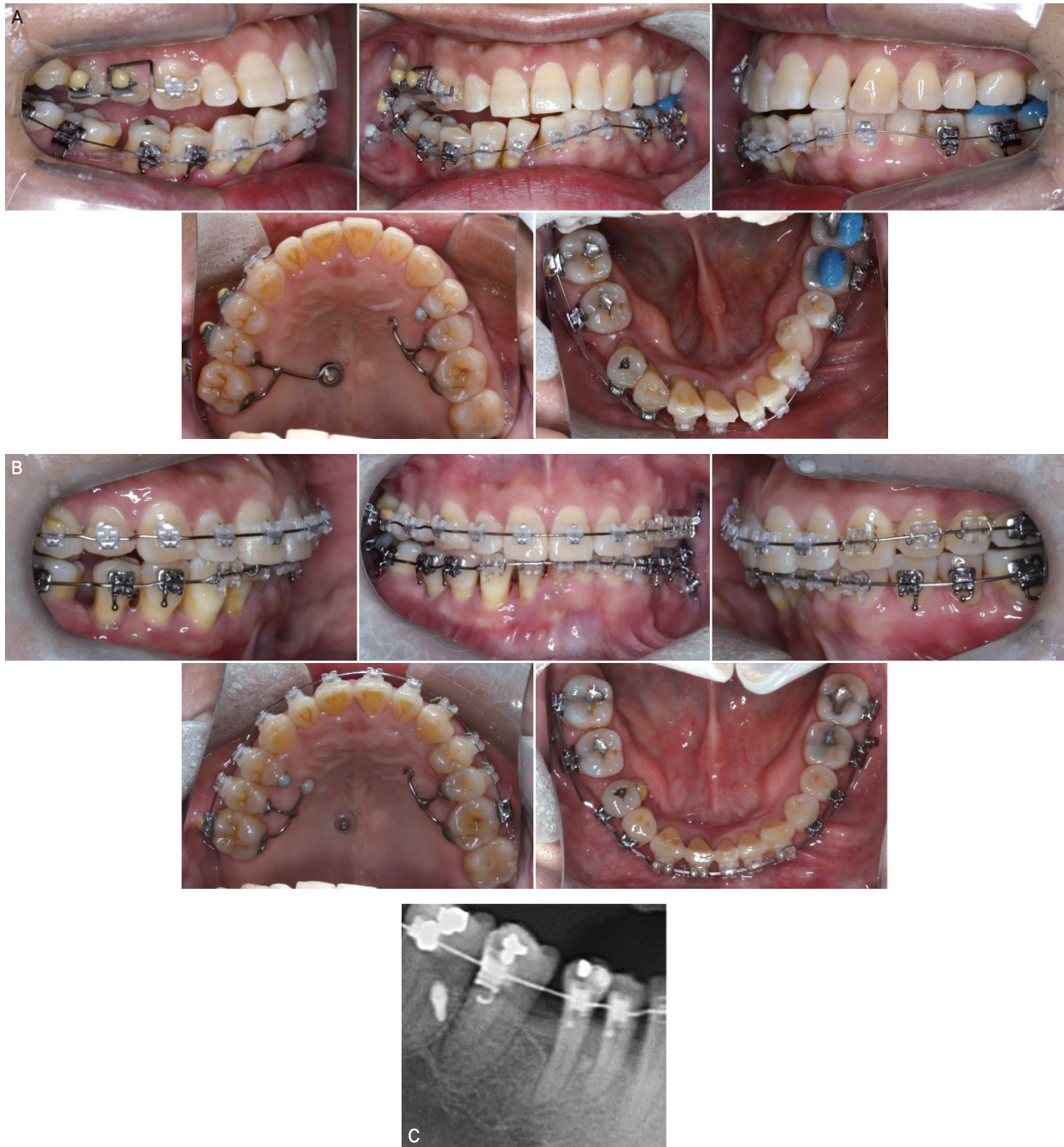


Figure 9. Treatment progress intraoral photographs. **A**, Bracket bonding in mandibular arch after 4 months of orthodontic treatment. **B**, Selective intrusion of right maxillary first premolar for crossbite correction of the right mandibular second premolar after 20 months of orthodontic treatment. **C**, Vertical bone loss of the right mandibular second premolar.



Figure 10. Post-treatment facial and intraoral photographs.

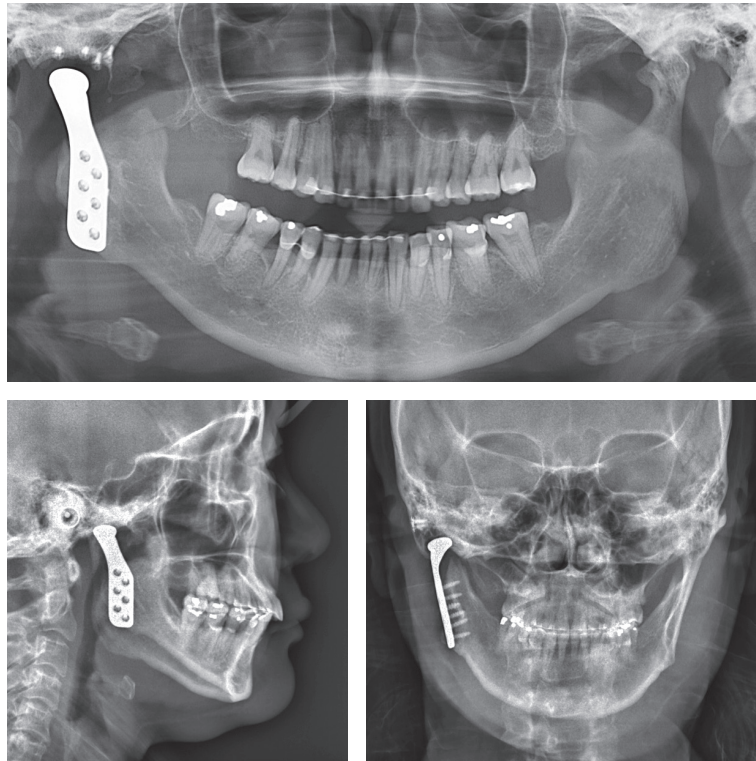


Figure 11. Post-treatment radiographs.

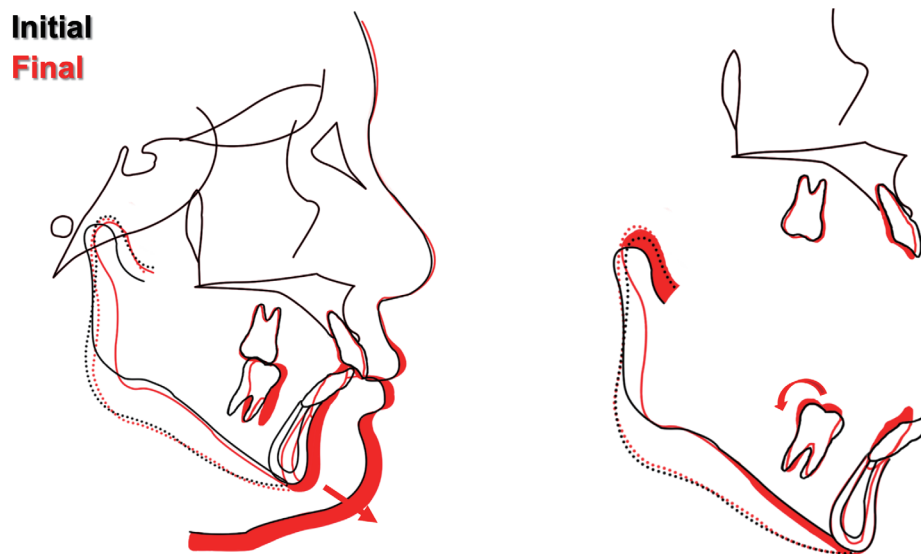


Figure 12. Superimposition of the pretreatment and post-treatment lateral cephalometric tracings.

고찰

턱관절 치환술은 유착, 염증성 골 파괴, 외상 및 종양 제거 후 재건 등 심한 구조적 손상이 있어 보존적 치료로 회복이 어려운 경우에 시행하는 술식으로, 90%의 성공률이 보고된 예지성 높은 수술이다. 또한 염증 반응이나 기계적 실패가 발생한 경우에도 재수술이 가능하다는 장점이 있다. 하지만 턱관절은 양측성 관절로, 한쪽 관절의 변형이나 기능적 제한은 반대측 관절의 기능에도 영향을 줄 수 있다. 턱관절 치환술 시 해당측 하악골 위치가 변화하고 외측 익돌근이 절단되며, 활주 운동이 제한되고 회전 운동만 가능해져 하악 운동의 역계도 변화하게 된다.¹³ 더불어 인공 턱관절에는 충격을 흡수하는 관절 원판 구조가 없어 반대편 관절에 기계적 부하가 가중된다.¹⁴

이러한 특성으로 인해, 한 연구에서는 편측 턱관절 치환술 후 약 10%의 환자에서 반대측 관절에도 치환술이 필요했다고 보고하였다. 그러나 이들 모두는 수술 전 이미 반대측 턱관절에 관절원판 재위치술 등의 외과적 시술 이력이 있는 환자들이었다.¹⁵ 반면, 수술 전 반대측 관절이 건전했던 환자들은 10년 이상의 장기 추적관찰에서도 반대측 관절의 안정성이 유지된 것으로 나타났다.¹⁶ 이는 건전한 반대측 관절이 수술 후 적응성 변화를 겪으며 구조적 안정성을 획득할 수 있음을 시사한다.¹⁷

본 증례에서도 수술 전 방사선 자료와 임상 검사를 통해 반대측 관절의 건전성을 확인한 뒤 편측 턱관절 치환술을 시행하였으며 수술 전과 교정치료 종료 후의 콘빔 전산화단층촬영 중첩 분석에서 좌측 턱관절의 하악 과두 위치 변화 및 표면의 골 리모델링 소견이 관찰되었다(Figure 13).¹⁸ 수술 후 3년, 교정치료 종료 후 5개월의 추적관찰 기간 동안 반대측 관절에 통증과 같은 임상 증상이나 방사선 영상에서의 병적 변화, 구강내 교합 및 구외 안모 변화 역시 관찰되지 않았다. 다만 추후 콘빔 전산화단층촬영을 이용한 추가적인 과두의 위치나 형태 변화에 대해 추적관찰이 필요할 것으로 사료된다.

수술의 안정성과 더불어 본 환자의 치료를 더욱 도전적이게 만든 요소는 심하게 파괴된 치주조직이었다. 환자는 기존의 불량한 치주 상태와 과두 흡수로 인한 교합성 외상이 복합적으로 작용하여 심한 치조골 파괴를 보였다. 치주조직이 손상된 환자에 교정치료를 계획할 경우, 활동성 치주염이 존재하는 상태에서 교정력을 가하는 것은 치조골의 급격한 소실 및 치근 노출을 야기할 수 있으므로, 반드시 염증의 조절이 선행되어야 한다.²⁰ 치은염, 치주낭, 탐침 시 출혈 등의 임상 지표가 안정된 이후에 교정치료를 시작해야 하며, 치료 기간 동안에도 정기적인 치주관리와 유지치료가 병행되어야 안정적인 결과를 얻을 수 있다. 본 환자에서도 초진 파노라마방사선사진 상 피질골 경계가 소실된 치조골의 활동성 파

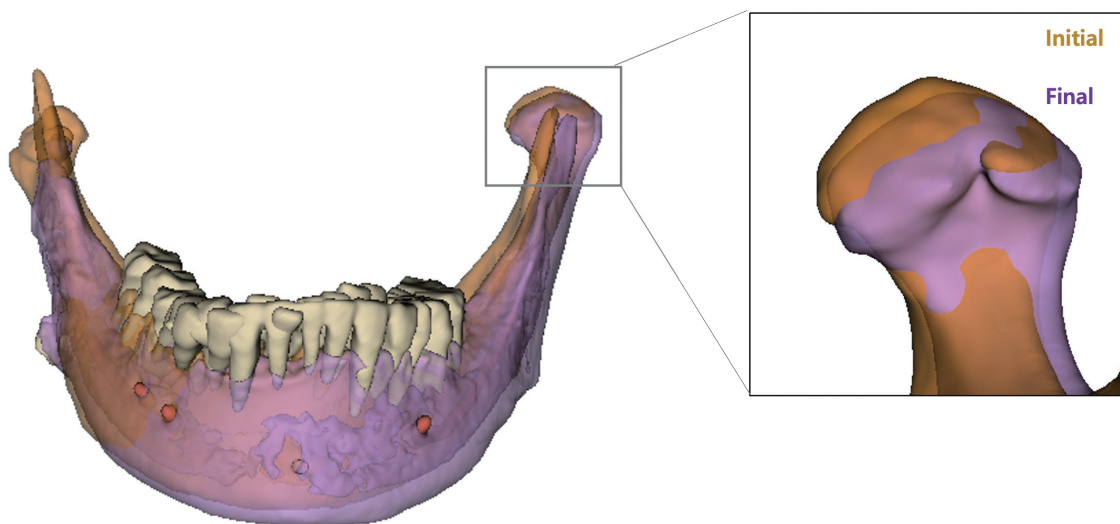


Figure 13. Surface remodeling of the mandibular condyle before and after treatment.

괴 상태였으나 턱관절 치환술 및 치주치료 후 피질골 경계가 회복된 것을 확인하고 교정치료를 시작하였다.

교정치료 중 고려할 사항으로, 치조골이 흡수된 치아는 C/R ratio가 불리해지고 이에 따라 저항 중심(center of resistance)이 정상보다 더 하방으로 이동하게 된다. 이러한 변화는 치아의 생역학적 반응에 영향을 주며, 5-15 g 정도의 약한 힘만으로도 치아가 쉽게 움직일 수 있어 과도한 힘은 피하고 최소한의 생리적 힘을 사용하는 것이 권장된다.²¹ 본 증례에서도 자가결찰 브라켓과 얇은 나이트놀 호선을 사용하여 치아에 가해지는 힘을 최소화하였다.

특히 중등도 이상의 치조골 소실이 있었던 하악 우측 제2 소구치의 경우 4 mm 이상의 치관 이동을 치근 흡수를 최소화할 수 있는 조절성 경사 이동을 통해 달성하였다.¹⁹ 교정적 치아 이동 중에 치근흡수가 발생할 경우, 이미 불리한 C/R ratio가 더욱 악화되어 치아의 안정성 및 예후에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 이러한 환자에서는 치근 흡수를 최소화할 수 있도록 절충적인 치료계획이 필요하며, 경우에 따라 치료 목표를 완전한 배열이 아닌 기능적 안정성 확보에 중점을 두는 것이 바람직하다.²²

본 환자에서도 상·하악 치열의 추가적인 움직임을 통해 구 치관계를 개선시킬 수 있었지만 치근흡수와 치주조직의 파괴를 최소화하기 위하여 기능적 교합을 달성하는 것을 목표로 치료를 종료하였다. 하악 우측 제2소구치의 경우 조절성 경사 이동을 시행하였으나 소구치 직립 후에도 원심면에 1 mm가량의 공간이 잔존하였다. 해당 공간을 폐쇄하기 위하여 치체 이동을 시도할 경우 추가적인 치조골 및 치근 흡수로 치아 예후가 악화될 것이라 판단 하에, 교합력이 안정적

으로 모든 치아에 분산되며 전측방 이동 시 구치부 이개가 관찰되는 기능교합을 임상적으로 확인한 후 공간을 남긴 채 치료를 종료하였다(Figure 9C).

교정 중 치아에 가해지는 교합력 방향 및 강도에 따라 교합성 외상이 유발될 수 있으며, 이는 치근 흡수를 가속화하고 치주조직의 퇴축을 유도할 수 있기 때문에 세심한 주의가 요구된다.²⁰ 본 증례의 소구치부 반대교합을 해소하기 위하여 사용한 교합 거상판이나 대합치열의 선택적 함입은 추가적인 교합성 외상을 방지하여 교정치료 중 치주조직의 건전성을 유지하는 데에 기여하였다. 마무리 과정에서 모든 치열에 골고루 교합력이 분산되는 것을 확인 후 장치를 제거하였다.

또한 본 환자는 초진 콘빔 전산화단층촬영 상에서 하악 치조골, 특히 협측골의 소실이 뚜렷하였으나, 하악 전치 발치를 동반한 설측 이동으로 치아들을 피질골 내로 이동시켜 교정 후 근단부의 협설측 골을 보존하였다(Figure 14).²³ 이는 치아를 골벽 내에 위치시킴으로써 주변 치조골의 지지를 회복하고 치근 노출 및 치주염의 진행을 최소화함으로써 치아의 장기적인 예후 향상에 기여하였다.

결론

본 증례는 중증 치주질환과 편측 턱관절 치환술이라는 복합적인 임상 조건 하에서, 정밀한 진단과 생역학적 원칙에 기반한 단계적 치료 접근을 통해 기능적이고 안정적인 교합을 구축한 예이다. 수술 전 반대측 관절의 건전성을 평가하고 이를 보존한 채 편측 치환술을 시행한 결과 추적관찰 기간 동안 반대측 관절의 안정성이 유지되었으며 이는 편측 턱관

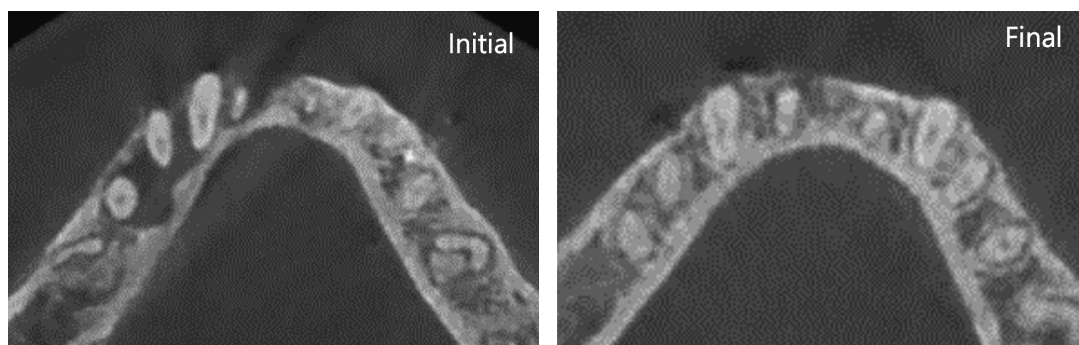


Figure 14. Initial and final axial CBCT images of the mandibular alveolar bone.

절 치환술의 임상적 예지성을 뒷받침한다. 또한 치조골 지지가 약화된 치아에 대해 경사 이동 및 절충적 배열 전략을 적용함으로써 치근 흡수와 치주조직의 추가적인 손상을 최소화할 수 있었다. 이러한 통합적 치료 접근은 복잡한 병태 생리를 가진 환자에서도 치아 및 관절의 장기적 안정성을 확보할 수 있음을 시사한다.

REFERENCES

1. Tanaka E, Detamore MS, Mercuri LG. Degenerative disorders of the temporomandibular joint: etiology, diagnosis, and treatment. *J Dent Res* 2008;87:296-307. <https://doi.org/10.1177/154405910808700406>
2. Gauer RL, Semidey MJ. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *Am Fam Physician* 2015;91:378-386.
3. Wolford LM, Cardenas L. Idiopathic condylar resorption: diagnosis, treatment protocol, and outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:667-677. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70203-9](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70203-9)
4. Roychoudhury A, Bhatt K, Yadav R, Bhutia O, Roychoudhury S. Review of osteochondroma of mandibular condyle and report of a case series. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:2815-2823. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.10.016>
5. Mercuri LG. The use of alloplastic prostheses for temporomandibular joint reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;58:70-75. [https://doi.org/10.1016/s0278-2391\(00\)80020-8](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(00)80020-8)
6. Sidebottom AJ. Current thinking in temporomandibular joint management. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2009;47:91-4. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2008.08.012>
7. Dimitroulis G. The role of surgery in the management of disorders of the temporomandibular joint: a critical review of the literature. Part 2. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34:231-237. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2004.06.006>
8. Krishnamoorthy B, Mamatha N, Kumar VA. TMJ imaging by CBCT: current scenario. *Ann Maxillofac Surg* 2013;3:80-83. <https://doi.org/10.4103/2231-0746.110069>
9. Mercuri LG. Alloplastic temporomandibular joint replacement: rationale for the use of custom devices. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:1033-1040. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.05.032>
10. Cobb CM. Clinical significance of non-surgical periodontal therapy: an evidence-based perspective of scaling and root planing. *J Clin Periodontol* 2002;29 Suppl 2:6-16.
11. Han SH, Ko Y, Ham LK, Park JH, Kim Y. Precautions and possibilities in orthodontic treatment of periodontally compromised patients: Current recommendations. *J Esthet Restor Dent* 2024;36:595-605. <https://doi.org/10.1111/jerd.13166>
12. Sindelar BJ, Edwards S, Herring SW. Morphologic changes in the TMJ following splint wear. *Anat Rec* 2002;266:167-176. <https://doi.org/10.1002/ar.10050>
13. Wojczyńska A, Gallo LM, Bredell M, Leiggener CS. Alterations of mandibular movement patterns after total joint replacement: a case series of long-term outcomes in patients with total alloplastic temporomandibular joint reconstructions. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48:225-232. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.06.005>
14. Perez DE, Wolford LM, Schneiderman E, Movahed R, Bourland C, Gutierrez EP. Does unilateral temporomandibular total joint reconstruction result in contralateral joint pain and dysfunction? *J Oral Maxillofac Surg* 2016;74:1539-1547. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.02.009>
15. Mercuri LG, Wolford LM, Sanders B, White RD, Giobbe-Hurder A. Long-term follow-up of the CAD/CAM patient fitted total temporomandibular joint reconstruction system. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:1440-1448. <https://doi.org/10.1053/joms.2002.36103>
16. Trento G, Parize H, Böhner L, Oelerich O, Jung S, Kleinheinz J. Can a unilateral total temporomandibular joint prosthesis affect the healthy contralateral temporomandibular joint? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2025;54:65-73. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2024.10.001>
17. Linsen SS, Schön A, Mercuri LG, Teschke M. Unilateral, alloplastic temporomandibular joint reconstruction, biomechanically what happens to the contralateral temporomandibular joint?-a prospective cohort study. *J Oral Maxillofac Surg* 2021;79:2016-2029. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2021.01.025>
18. Kim JH, Park BH, Yoo MS, Lee BK. Stability of the natural joint side in unilateral alloplastic total temporomandibular joint replacement using a ready-made system. *Appl Sci* 2021;11:3935. <https://doi.org/10.3390/app11093935>
19. Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. 6th ed. St. Louis: Elsevier; 2019.
20. Re S, Corrente G, Abundo R, Cardaropoli D. Orthodontic treatment in periodontally compromised patients: 12-year report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:31-39.
21. Erbe C, Heger S, Kasaj A, Berres M, Wehrbein H. Orthodontic treatment in periodontally compromised patients: a systematic review. *Clin Oral Investig* 2023;27:79-89. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04822-1>
22. Hashim NT, Dasnadi SP, Ziada H, Rahman MM, Ahmed A, Mohammed R, Islam MS, Mascarenhas R, Gismalla BG, Abubakr NH. Orthodontic management of different stages and grades of periodontitis according to the 2017 classification of periodontal diseases. *Dent J* 2025;13:59. <https://doi.org/10.3390/dj13020059>
23. Guo Z, Zhang R, Guo C, Li X, Jin Z, Liu Q. A retrospective study of alveolar bone remodelling after anterior retraction in orthodontic tooth extraction cases with clear aligners and fixed appliances. *Orthod Craniofac Res* 2024;27:220-227. <https://doi.org/10.1111/ocr.12705>