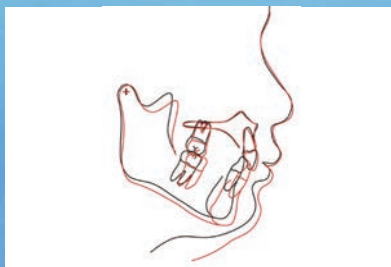
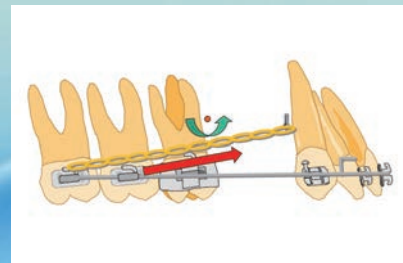
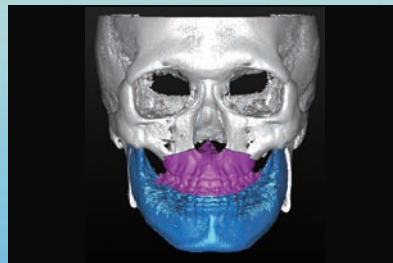
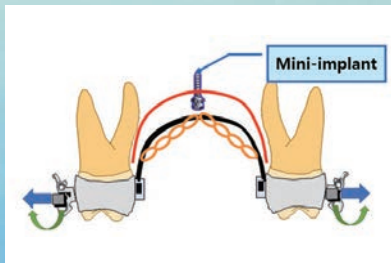


대한치과교정학회 임상저널

Clinical Journal of Korean Association of Orthodontists

Volume 9 Number 2 April · May · June 2019

Kao.or.kr/cjkao



대한치과교정학회

편집위원회

편집이사

채 종 문 (원광대학교)

편집위원

배 기 선 (선부부치과)

최 동 순 (강릉대학교)

홍 미 희 (경북대학교)

안 효 원 (경희대학교)

이 상 민 (단국대학교)

김 성 식 (부산대학교)

임 원 희 (서울대학교)

최 성 환 (연세대학교)

장 나 영 (원광대학교)

이 미 영 (관악서울대학교치과병원)

이 경 민 (전남대학교)

이 승 엽 (전북대학교)

임 성 훈 (조선대학교)

Editorial Board

Editor

Jong-Moon Chae (Wonkwang University)

Editorial Board

Gi-Sun Bae (Sun Orthodontic Clinic)

Dong-Soon Choi (Gangneung-Wonju National University)

Mihee Hong (Kyungpook National University)

Hyo-Won Ahn (Kyung Hee University)

Sang-Min Lee (Dankook University)

Seong-Sik Kim (Pusan National University)

Won-Hee Lim (Seoul National University)

Sung-Hwan Choi (Yonsei University)

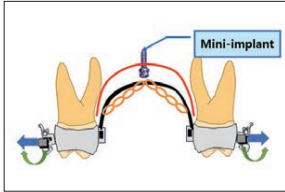
Na-young Chang (Wonkwang University)

Mi-Young Lee (Seoul National University Gwanak Dental Hospital)

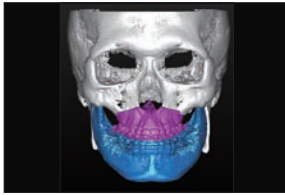
Kyung-Min Lee (Chonnam National University)

Seung-Youb Lee (Chonbuk National University)

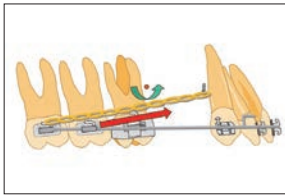
Sung-Hoon Lim (Chosun University)



69 Compensation for palatal tipping



77 Surgical simulation on 3-D model



89 Molar protraction and occlusal plane rotation



103 Mandibular growth after deep bite correction



111 6 weeks after MARPE



121 Surgery—first occlusion

ORIGINAL ARTICLE

Effect of Antero-Posterior Position of the Midpalatal Mini-Implant on the Intrusion of Maxillary Posterior Teeth: A Three-Dimensional Finite Element Analysis

Kwang-Hyo Choi, Il-Hyung Yang, Seung-Hak Baek, Sug-Joon Ahn, Won-Hee Lim, Shin-Jae Lee, Tae-Woo Kim 59

CASE REPORT

상악 양측 제2대구치의 정출을 동반한 골격성 III급 부정교합 환자의 최소 술전 교정을 이용한 악교정 수술 치험례

안윤수, 김진규, 정영수, 유형석, 최성환 72

교정용 미니임플란트를 이용한 구치 전방 견인과 교합평면 회전

정민호 83

골격성 II급 성장기 환자에서 과개교합 개선 후 하악의 자발적인 성장

송근수, 이협수, 최동순, 장인산, 차봉근 97

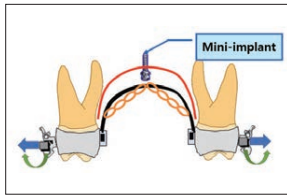
횡적 부조화를 동반한 골격성 III급 부정교합 성인 환자의 마이크로 임플란트 지지 구개 급속 확장장치를 이용한 절충 치료 치험례

장진웅, 오승욱, 김경아 106

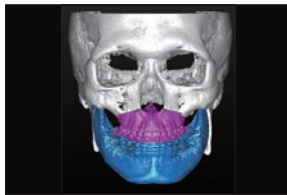
횡적 부조화를 동반한 골격성 III급 부정교합 환자의 선수술 교정치료

이규형, 황현식, 조진형, 오민희, 이경민 117

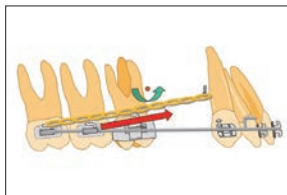
투고안내 127



69 Compensation for palatal tipping



77 Surgical simulation on 3-D model



89 Molar protraction and occlusal plane rotation



103 Mandibular growth after deep bite correction



111 6 weeks after MARPE



121 Surgery-first occlusion

ORIGINAL ARTICLE

Effect of Antero-Posterior Position of the Midpalatal Mini-Implant on the Intrusion of Maxillary Posterior Teeth: A Three-Dimensional Finite Element Analysis

Kwang-Hyo Choi, Il-Hyung Yang, Seung-Hak Baek, Sug-Joon Ahn, Won-Hee Lim, Shin-Jae Lee, Tae-Woo Kim 59

CASE REPORT

Orthognathic Treatment Using Minimal Surgical Orthodontics in a Patient with Skeletal Class III Malocclusion and Extrusion of Bilateral Maxillary Second Molars

Yoon-Soo Ahn, Jin-Kyu Kim, Young-Soo Jung, Hyung-Seog Yu, Sung-Hwan Choi 72

Occlusal Plane Rotation by Molar Protraction Using Orthodontic Mini-Implant

Min-Ho Jung 83

Forward Mandibular Growth after Correction of Deep Bite in Growing Patient with Skeletal Class II

Geun-Su Song, Hyub-Soo Lee, Dong-Soon Choi, Insan Jang, Bong-Kuen Cha 97

Camouflage Treatment of a Skeletal Class III Adult Patient with Transverse Discrepancy Using a Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion

Jinung Jang, Seung-Wook Oh, Kyung-A Kim 106

Surgery-First Approach of Adult Patient with Transverse Discrepancy and Skeletal Class III Malocclusion

Gyu-Hyeong Lee, Hyeon-Shik Hwang, Jin-Hyoung Cho, Min-Hee Oh, Kyung-Min Lee 117

Information for Authors 127

Effect of Antero-Posterior Position of the Midpalatal Mini-Implant on the Intrusion of Maxillary Posterior Teeth: A Three-Dimensional Finite Element Analysis

Kwang-Hyo Choi,^{1,2} Il-Hyung Yang,^{2,3} Seung-Hak Baek,^{2,3} Sug-Joon Ahn,^{2,3}
Won-Hee Lim,^{2,3} Shin-Jae Lee,^{2,3} Tae-Woo Kim^{2,3}

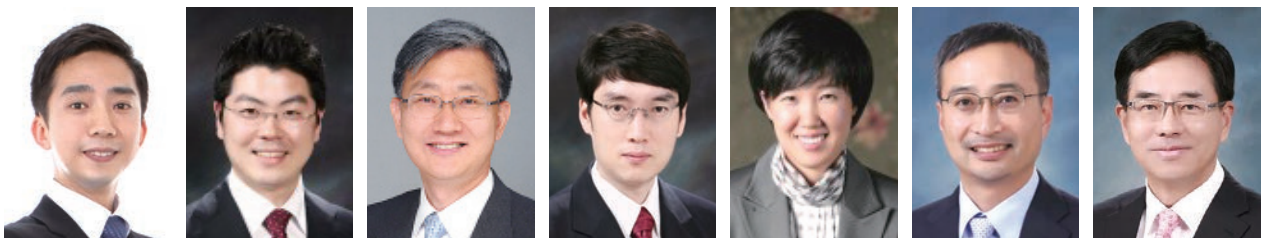
¹Honors Orthodontic Clinic, Seoul, Korea

²Department of Orthodontics, School of Dentistry, ³Dental Research Institute, Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Objective This study evaluated the effect of the antero-posterior position of the midpalatal orthodontic mini-implant during maxillary posterior teeth intrusion using three-dimensional finite element model (3D-FEM) analysis. **Methods** A 3D-FEM was constructed from the computed tomography (CT) data of an adult male patient. Three simulation models were constructed according to the midpalatal mini-implant position: Model 1, at the interproximal level of the second premolar and first molar; Model 2, at the mesiopalatal cusp level of the first molar; and Model 3, at the interproximal level of the first and second molars. A 200-g force was applied from the bilateral hooks of the transpalatal arch (TPA) to the location of the mini-implant. **Results** In all models, the whole maxillary teeth showed intrusive movement, most at the second molar. As the mini-implant was positioned more posteriorly, intrusive displacement of the posterior teeth increased, while the intrusion and labioversion of the anterior teeth decreased. The palatal tipping movement of posterior teeth was remarkable. The highest stress value was shown on the trifurcation and palatal root surface area of the first molar. **Conclusion** A posteriorly positioned midpalatal mini-implant was more effective to intrude the maxillary posterior teeth without undesirable anterior teeth intrusion or labioversion. Expansion or buccal torque bending of the TPA could prevent the palatal tipping of the posterior teeth. (Clin J Korean Assoc Orthod 2019;9(2):59-71)

Key words FEM, Micro-implant, Orthodontic mini-implant, Tooth movement, Midpalatal mini-implant, Intrusion



Dr. 최 광 호

Dr. 양 일 형

Dr. 백 승 학

Dr. 안 석 준

Dr. 임 원 희

Dr. 이 신 재

Dr. 김 태 우

Corresponding author: Tae-Woo Kim

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Seoul National University Dental Hospital,
101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Tel: +82-2-2072-3317 Fax: +82-2-2072-3817 E-mail: taewoo@snu.ac.kr

Received: March 25, 2019 / Revised: April 15, 2019 / Accepted: April 15, 2019

INTRODUCTION

An anterior open bite is a difficult problem to treat. Orthognathic surgery is indispensable in patients with severe skeletal discrepancy, but in patients with mild skeletal discrepancy, various therapeutic modalities have been proposed, such as extruding the anterior teeth with vertical elastics,¹ changing the occlusion plane via multi-loop archwire,² and intruding the posterior teeth with a bite block³ or high-pull headgear.⁴ Recently, intrusion of the posterior teeth with temporary anchorage device (TAD)-like miniplates^{5,6} or mini-implants⁷ has emerged as an effective technique for the correction of anterior open bite. Intrusion of the maxillary posterior teeth makes the occlusion plane steeper, and successful counter-clockwise rotation of the mandible can close the bite. According to the position of TADs, there are various force mechanisms and device designs.

Intrusion of the maxillary posterior teeth using one midpalatal mini-implant with a transpalatal arch (TPA) is an effective method to treat anterior open bite (Figure 1),⁸⁻¹⁰ and several clinical studies have been reported. However, *in vivo* studies could not assess the biomechanical aspects. Three-dimensional finite element model (3D-FEM) anal-

ysis is necessary to evaluate biomechanical factors such as displacement and stress distribution of structures with complex geometries in various loading and boundary conditions.

The position of the mini-implant on the midpalatal suture line can affect the direction of force from the mini-implant to the bilateral hooks of the TPA. By controlling the vector of force, teeth movement could be changed in not only posterior but also anterior teeth that are engaged with a heavy archwire.

The aim of this study is to evaluate the effect of the antero-posterior position of a mini-implant during maxillary posterior teeth intrusion with a midpalatal mini-implant and TPA using 3D-FEM analysis.

MATERIALS AND METHODS

From the computed tomography (CT) images (SCT-6800 TXL, Shimadzu Co., Tokyo, Japan; 1.0-mm slice thickness) of a patient with normal occlusion (24-year-old male), a 3D virtual model of the maxilla was reconstructed using 3D image processing software (MIMICS Version 7.10, Materialise NV, Leuven, Belgium). In every slice of the CT scan, the image was divided into the teeth, cortical bone, and cancellous bone (Figure 2) by



Figure 1. Intrusion of posterior teeth using single midpalatal mini-implant with transpalatal arch.

one investigator. Then, the data were reconstructed to a 3D geometric model (stereolithography file format; STL) which was imported to the 3D-FEM analysis software (ANSYS 12.0, Swanson Analysis System, Houston, PA). The periodontal membrane was assumed to have a constant thickness of 0.25 mm around the teeth. However, there was a difference in the thickness of the cortical bone depending on the location, as shown by the CT data. Brackets and a 0.019×0.025-inch stainless steel archwire were placed on the surface of the teeth. The usage of CT images was carried out under the tenets of the Helsinki Declaration (Figure 3).

The TPA connecting the lingual surface of the bilateral first molars was designed with a 0.9-mm diameter (Figure 3). The TPA was consistently kept 5 mm from the palate to achieve clearance for the intrusive movement.

The basic 3D-FEM model—including the maxillary teeth, periodontal membrane, cortical and cancellous bone, bracket and archwire, and TPA—was created with a mesh of tetrahedral elements. A total of 498,276 elements and 96,510 nodes were used for the model. The mechanical properties used are shown in Table 1.^{11,12} The interfaces

Table 1. Mechanical properties of the materials

	Young's Modulus, MPA	Poisson's Ratio
Cortical bone	13,400	0.3
Cancellous bone	1,370	0.3
Tooth	19,600	0.3
Periodontal ligament	0.667	0.45
Stainless steel (archwire, TPA)	200,000	0.3

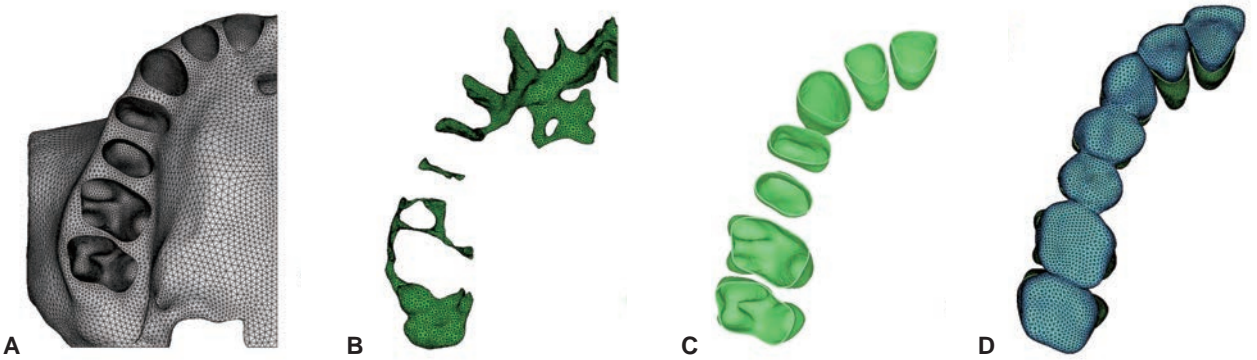


Figure 2. Materials used to assemble a model, Cortical bone (A), cancellous bone (B), PDL (C), teeth (D).

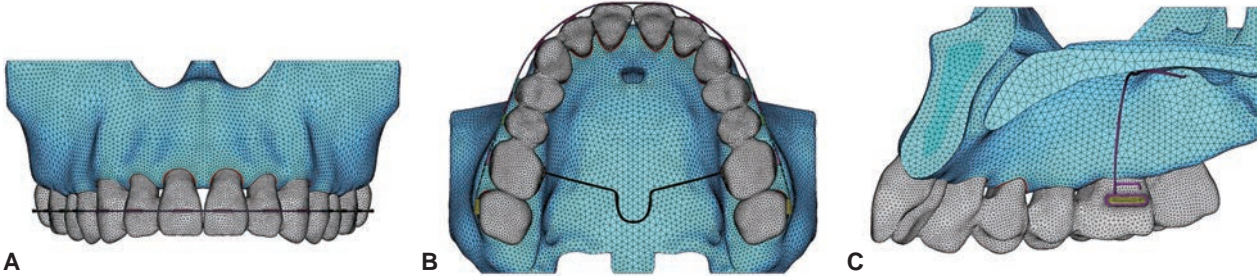


Figure 3. 3D-FEM. A, Frontal view. B, Occlusal view. C, Sagittal view.

between the bracket and tooth, TPA and tooth, and bracket and archwire were defined as fully bonded surfaces. All the teeth of the dentition were interpreted as one unit without interaction of the adjacent teeth at the interproximal surface.

Three simulation models were created to simu-

late different positions of the midpalatal mini-implant (Figure 4). In Model 1, it was assumed that the mini-implant was located at the interproximal level between the second premolar and first molar (Figure 4A). In Model 2, the mini-implant was positioned at the level of the mesiopalatal cusp of the

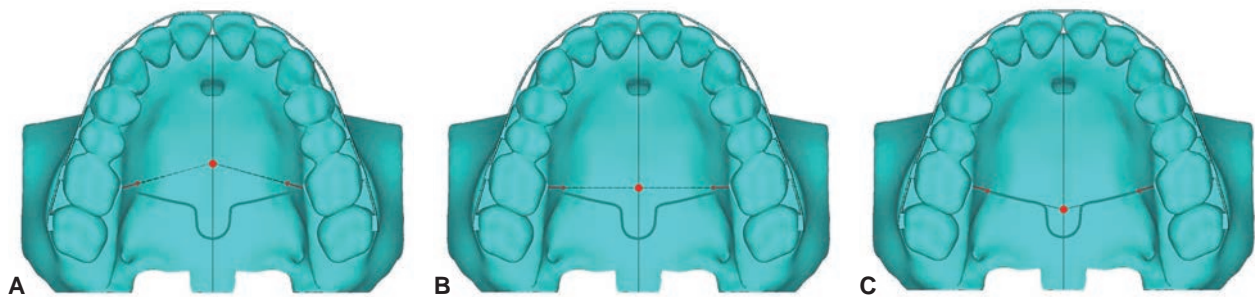


Figure 4. Three simulation models constructed according to the position of the midpalatal mini-implant. **A**, Model 1, Mini-implant at interproximal level between maxillary second premolar and first molar. **B**, Model 2, Mini-implant at level of first molar mesiopalatal cusp. **C**, Model 3, Mini-implant at interproximal level between first and second molars.

Table 2. Displacement on the crown cusp tip or incisal edge

Crown Cusp tip	Displacement (mm)					
	Model 1		Model 2		Model 3	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Central incisor	0.00020	0.00022	0.00014	0.00016	0.00008	0.00009
Lateral incisor	0.00008	0.00005	0.00002	-0.00004	-0.00004	-0.00012
Canine	-0.00002	-0.00017	-0.00007	-0.00028	-0.00012	-0.00037
First Premolar						
Buccal	-0.00006	-0.00032	-0.00009	-0.00043	-0.00011	-0.00052
Lingual	0.00024	-0.00011	0.00025	-0.00021	0.00024	-0.00029
Second Premolar						
Buccal	-0.00012	-0.00045	-0.00013	-0.00057	-0.00014	-0.00065
Lingual	0.00034	-0.00024	0.00037	-0.00035	0.00038	-0.00043
First Molar						
Mesiobuccal	-0.00016	-0.00049	-0.00016	-0.00059	-0.00014	-0.00065
Distobuccal	-0.00001	-0.00050	0.00002	-0.00059	0.00005	-0.00066
Mesiolingual	0.00052	-0.00024	0.00057	-0.00035	0.00059	-0.00044
Second Molar						
Mesiobuccal	-0.00013	-0.00052	-0.00009	-0.00060	-0.00004	-0.00065
Distobuccal	0.00008	-0.00048	0.00015	-0.00056	0.00022	-0.00061
Mesiolingual	0.00066	-0.00027	0.00075	-0.00037	0.00079	-0.00045

Vertical displacement: (+) intrusive, (-) extrusive, Horizontal displacement: (+) forward, (-) backward.

first molar (Figure 4B). Finally, in the third model, the mini-implant was positioned at the interproximal level between the first and second molars (Figure 4C).

In each simulation model, the intrusion force of 200 g was activated from the bilateral hooks of the TPA to the assumed position of the mini-implant. The initial displacement of the teeth and the Von Mises stress distribution along the root surface were evaluated. To determine the amount of tipping movements of teeth, displacements of the nodes at the root apices and the cusp tips of every tooth were assessed separately.

RESULTS

Displacements and Von Mises stress distributions at the crown cusp tips and root apices in each tooth of the simulation models are shown in Table 2 and 3.

For the evaluation of displacement, Model 1 showed the maximum value of intrusive displacement at the mesio-lingual cusps of the molars (0.000656 mm) with an increase of displacement value distributed from the anterior teeth to the posterior directions. In all posterior teeth, intrusive displacements of the buccal cusps were smaller than those of the palatal cusps. Some of the buccal cusps even showed extrusive displacement. In the antero-posterior direction, the central incisor showed the highest forward displacements of 0.000221 mm among all models (Figures 5, 6).

In Model 2, the maximum intrusive displacement on the second molar (0.000746 mm) and the palatal tipping tendency were also seen, as in the first model. However, the intrusion values of the posterior teeth increased considerably compared to the same teeth of the first model. The central incisor had a forward displacement of 0.000160 mm (Figures 7, 8).

Table 3. Displacement and Von Mises stress on the root apices

Root apex	Model 1			Model 2			Model 3		
	Displacement (mm)		Stress (N/mm ²)	Displacement (mm)		Stress (N/mm ²)	Displacement (mm)		Stress (N/mm ²)
	Vertical	Horizontal		Vertical	Horizontal		Vertical	Horizontal	
Central Incisor	0.00011	0.00004	0.00038	0.00009	0.00006	0.00037	0.00007	0.00007	0.00038
Lateral incisor	0.00012	0.00009	0.00106	0.00011	0.00011	0.00120	0.00010	0.00013	0.00128
Canine	0.00007	0.00015	0.00153	0.00006	0.00017	0.00169	0.00004	0.00018	0.00177
First Premolar	0.00004	0.00012	0.00083	0.00003	0.00012	0.00088	0.00002	0.00011	0.00088
Second Premolar	0.00002	0.00016	0.00152	0.00002	0.00015	0.00153	0.00001	0.00012	0.00146
First Molar	-0.00009	0.00000	0.00076	-0.00008	-0.00002	0.00074	-0.00006	-0.00004	0.00069
	-0.00011	-0.00003	0.00122	-0.00008	-0.00005	0.00119	-0.00005	-0.00006	0.00113
	0.00059	0.00026	0.00328	0.00065	0.00025	0.00346	0.00068	0.00022	0.00346
Second Molar	-0.00004	0.00001	0.00173	0.00001	0.00002	0.00176	0.00006	0.00003	0.00171
	0.00000	-0.00001	0.00096	0.00006	0.00000	0.00103	0.00012	0.00001	0.00107
	0.00072	0.00022	0.00249	0.00081	0.00020	0.00273	0.00084	0.00017	0.00282

In Model 3, the maximum intrusive displacement was found on the second molar (0.000793 mm), and it was the highest value among all three models. As in the prior models, the palatal cusps showed more intrusion than the buccal cusps.

However, the actual intrusive displacement values on the buccal cusps were greater than the values of Models 1 and 2. The central incisor had a forward displacement of 0.000095 mm and was the smallest of the three models (Figures 9, 10).

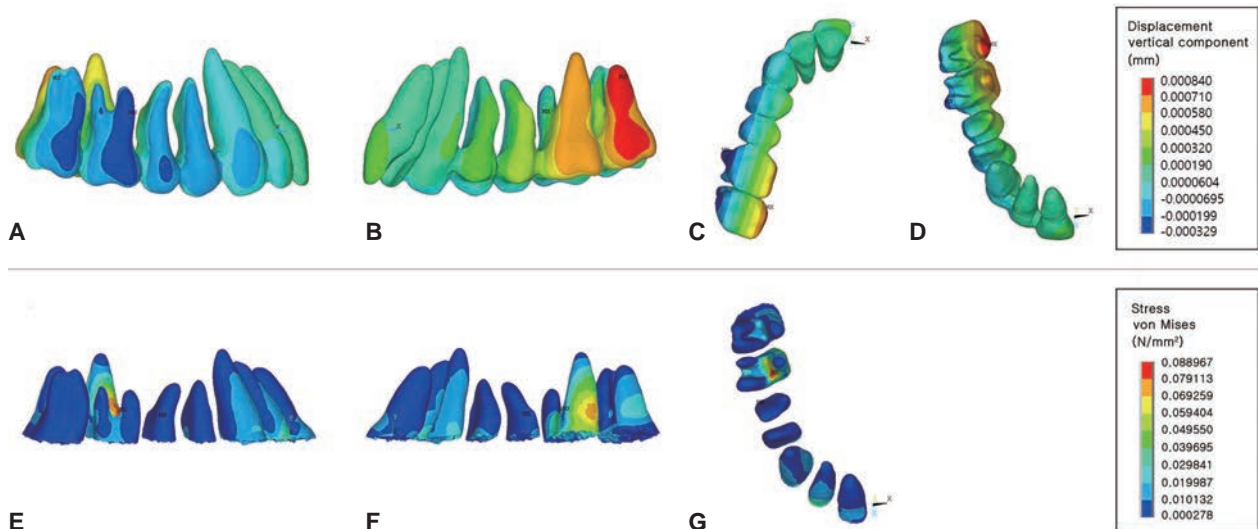


Figure 5. Model 1. Displacements of maxillary teeth. **A**, Sagittal view (external). **B**, Sagittal view (lingual). **C**, Occlusal view. **D**, Coronal view (root side). Von Mises stress distribution. **E**, Sagittal view (external). **F**, Sagittal view (lingual). **G**, Coronal view (root side).

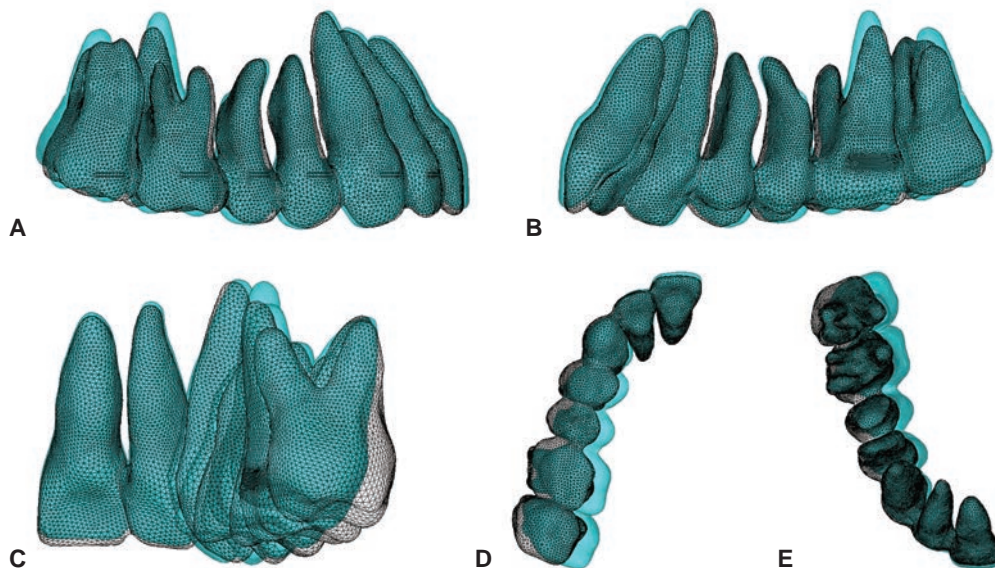


Figure 6. Model 1. Superimposition of the original (white mesh) and deformed model (color). The displacement of teeth was magnified by 500 times. **A**, **B**, Sagittal view (external and lingual). **C**, Coronal view (posterior side). **D**, **E**, Axial view (occlusal side and root side). All teeth in the dentition were intruded. Note the maximum displacement of the lingual cusp of the premolar and molar (**B**, **C**) and palatal tipping tendency (**C**–**E**).

For the evaluation of stress distribution, Model 1 showed the highest stress with a maximum Von Mises stress of 0.089 N/mm^2 . The first molar had the highest stress in the dentition, especially on the trifurcation area and the palatal root surface,

which was adjacent to the force application site (Figure 5). In Model 2, the maximum stress was 0.088 N/mm^2 (Figure 7). The first molar had the highest stress, but the area was narrower than that in Model 1. In Model 3, the maximum stress value

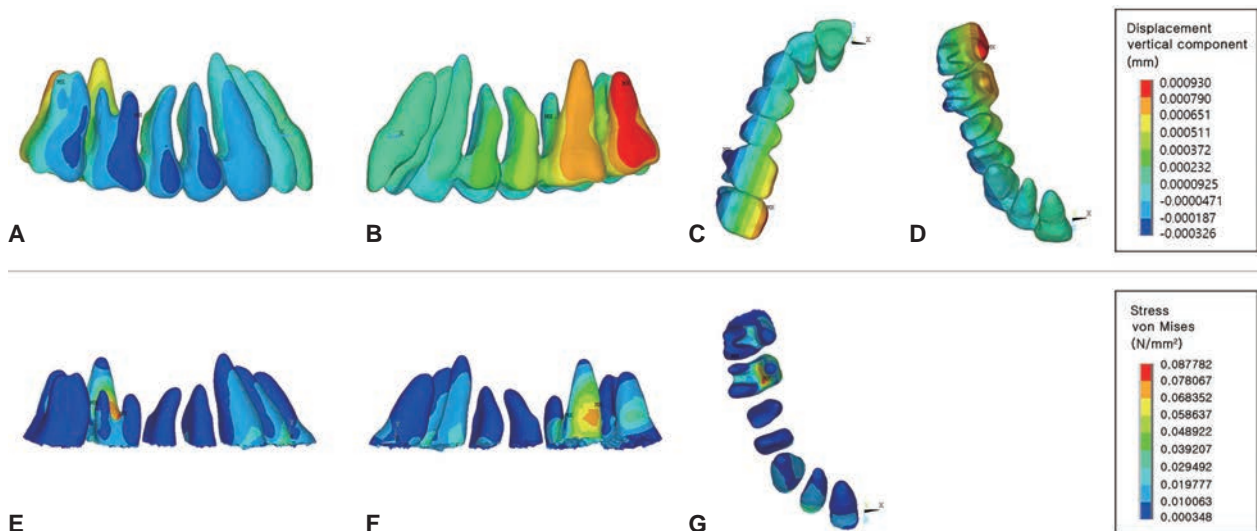


Figure 7. Model 2. Displacements of maxillary teeth. **A**, Sagittal view (external). **B**, Sagittal view (lingual). **C**, Occlusal view. **D**, Coronal view (root side). Von Mises stress distribution. **E**, Sagittal view (external). **F**, Sagittal view (lingual). **G**, Coronal view (root side).

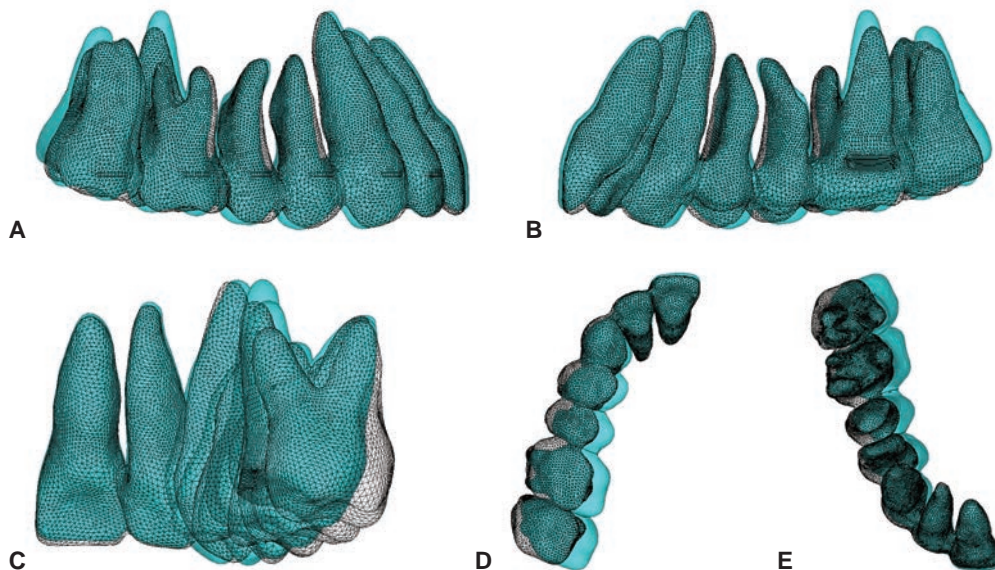


Figure 8. Model 2. Superimposition of the original (white mesh) and deformed model (color). **A**, **B**, Sagittal view (external and lingual). **C**, Coronal view (posterior side). **D**, **E**, Axial view (occlusal side and root side). Note the maximum displacement of the lingual cusp of the premolar and molar (**B**, **C**) and palatal tipping tendency (**C**–**E**).

of 0.082 N/mm^2 was lower than those of Models 1 and 2. The first molar showed the highest stress value in the dentition, but the area decreased and was the smallest of the three models (Figure 9).

DISCUSSION

Intrusion of teeth has been a difficult technique in orthodontics because of the complication in acquiring proper anchorage. TADs allowed cli-

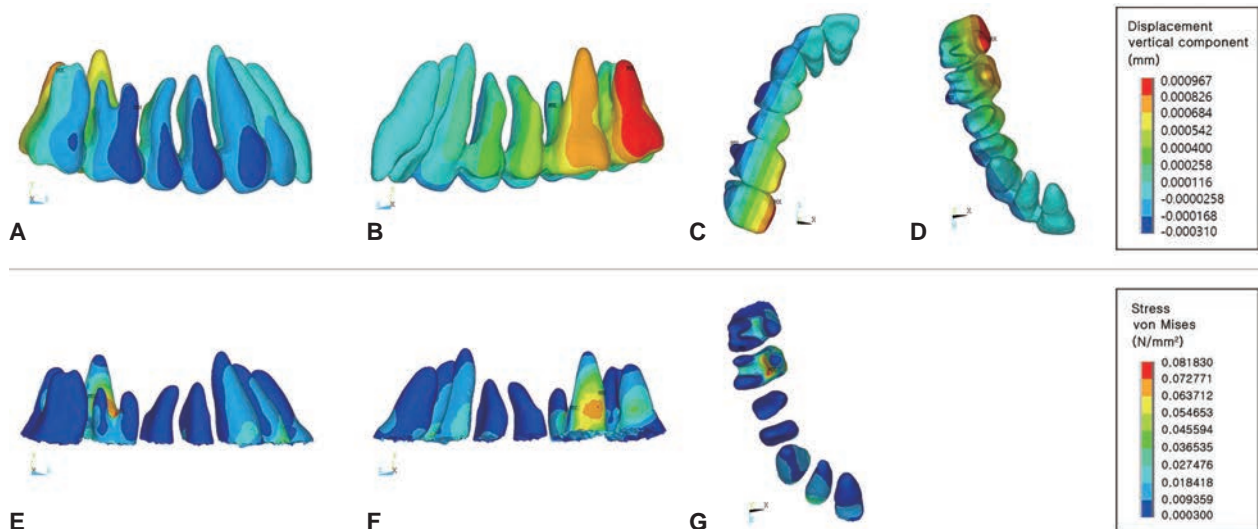


Figure 9. Model 3. Displacements of maxillary teeth. **A**, Sagittal view (external). **B**, Sagittal view (lingual). **C**, Occlusal view. **D**, Coronal view (root side). Von Mises stress distribution. **E**, Sagittal view (external). **F**, Sagittal view (lingual). **G**, Coronal view (root side).

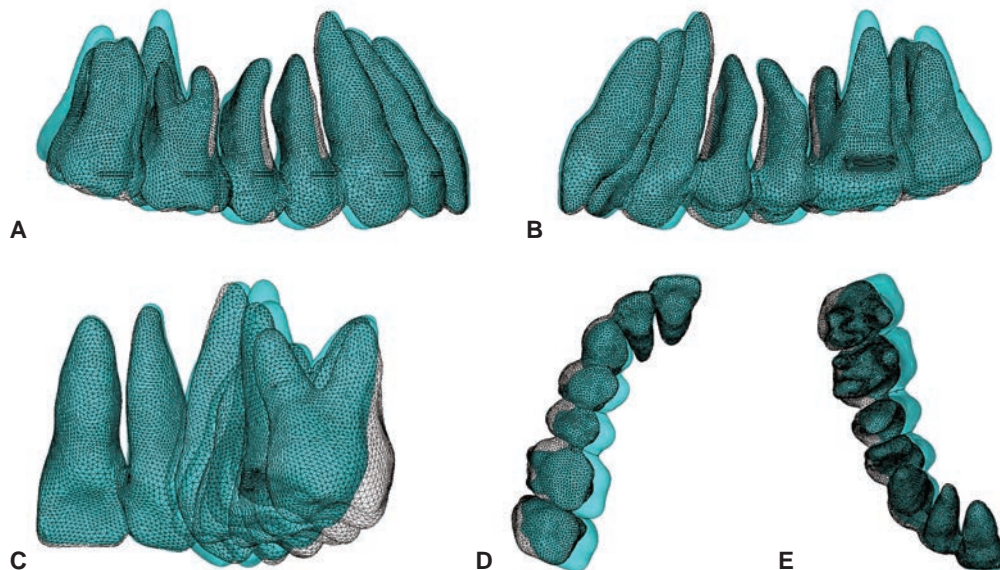


Figure 10. Model 3. Superimposition of the original (white mesh) and deformed model (color). **A**, **B**, Sagittal view (external and lingual). **C**, Coronal view (posterior side). **D**, **E**, Axial view (occlusal side and root side). Displacements of the anterior teeth were decreased further than they were in Models 1 and 2.

nicians to gain absolute anchorage more easily. Intrusion mechanics using mini-implants on the buccal or palatal alveolar bone need several mini-implants or other accessory appliances to balance the force.¹³ However, just one midpalatal mini-implant is enough to support the intrusion force for the bilateral posterior teeth. The midpalatal suture area contains high-quality cortical bone, which contributes to the retention of the mini-implants. The area within 1 mm of the midpalate has the thickest bone available (over 5.0 mm in females and 5.4 mm in males).¹⁴ Moreover, the midpalate area is safe because there is little danger of damaging anatomical structures, and it is covered with keratinized gingiva and thus less susceptible to inflammation. In a study using human cadaveric palatal bone, insertion sites parasagittally adjacent to the first molars showed higher primary stability of mini-implants.¹⁵

Several studies on the intrusion of the posterior teeth using orthodontic mini-implants⁸⁻¹⁰ have been reported in the form of case reports or clinical assessments, but only a few have been reported in the form of 3D-FEM analysis. 3D-FEM analysis is valuable to evaluate biomechanical factors such as displacement and stress distribution of structures with complex geometries in a specific condition. There was a 3D-FEM study on a sectional posterior teeth model,¹³ but there has not yet been a full dentition 3D-FEM study about intrusion. In a clinical situation, intrusion of the posterior teeth can be conducted separately or together with anterior teeth movement. Intrusion can be done simultaneously with the leveling or space-closing procedure. Hence, 3D-FEM analysis of the full dentition engaged with an archwire is worthy of study. This study evaluated the effect of the antero-posterior position of a midpalatal mini-implant on the intrusion of the maxillary posterior teeth connected with an archwire and TPA.

In 3D-FEM analysis, resemblance between the simulation model and the actual biomechanical environment is important to get a meaningful result for the clinical application. In previous studies using 3D-FEM, models were generated from a laser scan of a dentiform.^{16,17} Usually, the thickness of cortical and cancellous bone around the teeth was given in uniform or gradual depth.^{13,15} However, the thickness of cortical bone varies depending on the location. Making a model based on actual patient data can result in a more realistic result. In a recent study of other subjects, FEM models were created based on patient CT data, but they were partial dentition models with only two teeth.¹⁸ In this study, the model was generated from an adult male patient with normal occlusion to maximize the similarity of the models with maxillary dentition. The areas of teeth, cortical bone, and cancellous bone were addressed manually by tracing on every CT cut taken at 1.0-mm intervals in the three planes: frontal, sagittal, and coronal. This is an important precondition in tooth movement analysis.

On the labial side, a 0.019×0.025-inch stainless steel archwire was designed and bonded to the brackets of teeth. Every interface (i.e., teeth-brackets, brackets-archwire, teeth-TPA) was defined as a fully bonded surface to clearly indicate the effect of biomechanics using a TPA for the intrusion of posterior teeth. In a clinical situation, posterior teeth intrusion in the dentition engaged with a heavy archwire can make the occlusal plane steeper, facilitating open bite correction.

In all models, maximum Von Mises stress values were observed in the trifurcation areas of the first molar (Figures 5, 7, 9). The maximum stress values were similar among the three models but greatest in Model 1 (0.089 N/mm²), then Model 2 (0.088 N/mm²), and lowest in Model 3 (0.082 N/mm²). Another stress-increased site was the coro-

nal third of the first molar palatal root. This area is adjacent to the connection of the TPA, where the intrusive force is transferred to the tooth. The maximum stress value was like that in a previous study using multiple mini-implants on the buccal and palatal sides simultaneously.¹³

Root apices are the sites where the intrusive force is condensed, and they can be critical sites of resorption.^{19,20} The stress distribution is changed by the root geometries and the surface area as well as the applied force. In this study, increased stress values were shown in the palatal root apices of the first and second molars. The value was larger in the first molar, which is directly connected to the TPA, than in the second molar. Although the difference was slight, the highest value was shown in Model 3, then Model 2, and the lowest value was shown in Model 1. A more vertical portion of the applied force was delivered to the molars in Model 3 than those in the other models.

All the posterior teeth showed intrusive displacement (Table 2). Because all the teeth in dentition were engaged by a rigid stainless steel archwire in this study, the anterior and posterior teeth moved simultaneously. The anterior teeth showed intrusive displacement as did the posteriors, but there was an increase of the displacement value distributed from the anterior teeth to the posterior directions.

In a recent 3D-FEM study,¹⁷ the center of resistance of all maxillary dentition (CRM) was approximately on the coronal third of the second premolar root. In this study, the intrusive force is concentrated on the hooks of the TPA connecting the bilateral first molars. The vector direction of the force is from the hook of the TPA to the mini-implant (Figure 4). If the force passes through the rear side of the CRM, displacement of the posterior teeth increases like a lever arm. In this study, it is assumed that the CRM was situated

ahead of the first molar. In Model 2, the vector of force passed just above the first molar, and the posterior teeth were more intruded than the anterior teeth. In Model 1, as the force vector came closer to the CRM, the anterior teeth showed more vertical displacement than they did in Models 2 or 3. In addition, the posterior teeth showed the smallest displacement among the three models. On the other hand, the force vector moved further backward from the CRM in Model 3, so the intrusive displacement was biggest in the posterior teeth but smallest in the anterior teeth in all models.

Extrusion of the upper incisors was reported during the intrusion of the posterior teeth when the whole arch was bonded because of a clockwise rotation of the whole maxillary dentition.^{6,21,22} However, in this study, the incisors intruded even though the magnitude was lower than that of the molars. The position of the CRM and the displacement of teeth can vary depending on the application of orthodontic force, shape and size of the tooth, height or quality of alveolar bone, and even mechanical character of the archwire. The results of this study verified the possibility for intrusion of all maxillary dentition with a single midpalatal mini-implant.

A common palatal tipping of the teeth was observed in all three simulation models. There was a difference in the amount of displacement between the buccal and palatal cusps of the posterior teeth (Table 2 and 3). In the first molar, the mesiopalatal cusp showed the most intrusion. However, the distobuccal cusp had only a slight intrusion, and the mesiobuccal cusp even showed a slight extrusive displacement. This is because the intrusion force acting on the lingual surface of the TPA has both vertical and horizontal components. A 0.019×0.025-inch stainless steel archwire and a 0.9-mm stainless steel TPA were not enough to resist the palatal tipping force. In order to resist

this palatal tipping, additional mini-implants may be added to the buccal alveolar side to give a balancing force.¹³ However, careful expansion or buccal torque bending of the TPA or main archwire could resist the palatal tipping tendency without additional mini-implants on the buccal side (Figure 11).

The incisal edge of the central incisor showed the most forward movement in Model 1, followed by Model 2, and the least in Model 3. This is because the horizontal component appears on the sagittal plane in the force depending on the antero-posterior position of the mini-implant. When treating a patient with a Class II open bite, when the mini-implant is placed forward, the anterior teeth are mechanically unfavorable because they are forced forward. Thus, it is advantageous to place the mini-implant backward.

In this study, the interactions between adjacent teeth were omitted. It is assumed that the dentition is tied with a heavy stainless steel archwire, which is suitable to see the overall change of the dentition when the intrusive force is given. This method is meaningful in treating open bite by changing the occlusal plane through intrusion of the posterior teeth and related displacement of the other connected teeth. However, due to the assumption that the teeth are attached to each other, there is a dif-

ference in actual clinical situation. In some cases, the first and second molars are not connected, or connected loosely with a thin flexible archwire. In these situations, the most intrusive displacement and the palatal tipping will occur in the first molar. This is consistent with the concentration of the strongest stress on the first molar in this study.

In real clinical situation, even if the teeth are fixed by a 0.019×0.025-inch archwire, there is a small but free movement due to the clearance between the bracket slot and the archwire, and interactions between the teeth also occur. And even stainless steel archwire can be bent with heavy force. The inability to reproduce all these individual movements of the teeth in actual clinical practice is the limit of this study. The individual movements of the teeth can be larger if there is an extraction space. Intrusion of the posterior teeth could also be done in the extracted dentition in a clinical situation. The first or second premolar and second molar could be alternative options to extract in the open bite patient. In this case, biomechanical movement will be different from non-extracted dentition, especially in teeth adjacent to the extraction site. Therefore, further biomechanical studies using 3D-FEM that allows interaction between teeth in various dental conditions are needed. The research on the type of labial arch-

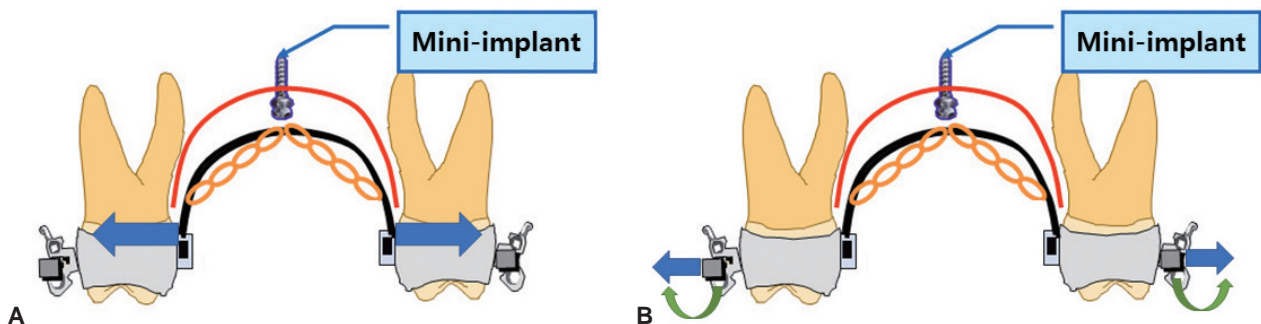


Figure 11. Method to compensate for palatal tipping. **A,** Expansion of transpalatal arch. **B,** Expansion or buccal torque bending of archwire.

wire or the extraction of the teeth is to be studied in the second stage.

CONCLUSION

In this 3D-FEM analysis, intrusion mechanics using a midpalatal mini-implant and TPA were effective to intrude the bilateral posterior teeth. Posteriorly positioned mini-implants were more effective to intrude the posterior teeth without undesirable anterior teeth intrusion or labioversion, especially in the open bite patient. Although the teeth were bound with 0.019×0.025-inch stainless steel archwire and a 0.9-mm stainless steel TPA, there were palatal tipping movements of the molars. Expansion or buccal torque bending of TPA could help to overcome the palatal tipping of posterior teeth.

Acknowledgments

This study was supported by grant No. 05-2013-0008 from the Seoul National University Dental Hospital Research Fund.

REFERENCES

1. Rinchuse DJ. Vertical elastics for correction of anterior open bite. *J Clin Orthod* 1994;28:284.
2. Kim YH. Anterior openbite and its treatment with multiloop edgewise archwire. *Angle Orthod* 1987;57:290-321.
3. Iscan HN, Sarisoy L. Comparison of the effects of passive posterior bite-blocks with different construction bites on the craniofacial and dentoalveolar structures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:171-178.
4. Saito I, Yamaki M, Hanada K. Nonsurgical treatment of adult open bite using edgewise appliance combined with high-pull headgear and class III elastics. *Angle Orthod* 2005;75:277-283.
5. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:166-174.
6. Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. *Angle Orthod* 2004;74:381-390.
7. Park HS, Kwon TG, Kwon OW. Treatment of open bite with microcrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:627-636.
8. Kim TW, Kim H. Clinical Application of Orthodontic Mini-implant. Seoul: Myung Mun Publishing Co.; 2008, p. 157-211.
9. Xun C, Zeng X, Wang X. Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. *Angle Orthod* 2007;77:47-56.
10. Lee JS, Kim DH, Park YC, Kyung SH, Kim TK. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *Angle Orthod* 2004;74:711-714.
11. Tanne K, Miyasaka J, Yamagata Y, Sachdeva R, Tsutsumi S, Sakuda M. Three-dimensional model of the human craniofacial skeleton: method and preliminary results using finite element analysis. *J Biomed Eng* 1988;10:246-252.
12. Miyasaka-Hiraga J, Tanne K, Nakamura S. Finite element analysis for stresses in the craniofacial sutures produced by maxillary protraction forces applied at the upper canines. *Br J Orthod* 1994;21:343-348.
13. Çiftçi M, Saraç M. Maxillary posterior intrusion mechanics with mini-implant anchorage evaluated with the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:e233-e241.
14. Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4 Suppl):S74-S81.
15. Bourassa C, Hosein YK, Pollmann SI, Galil K, Bohay RN, Holdsworth DW, Tassi A. In-vitro comparison of different palatal sites for orthodontic miniscrew insertion: Effect of bone quality and quantity on primary stability. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;154:809-819.
16. Jang HJ, Roh WJ, Joo BH, Park KH, Kim SJ, Park YG. Locating the center of resistance of maxillary anterior teeth retracted by Double J Retractor with palatal miniscrews. *Angle Orthod* 2010;80:1023-1028.
17. Jeong GM, Sung Sang-Jin, Lee KJ, Chun YS, Mo SS.

- Finite-element investigation of the center of resistance of the maxillary dentition. *Korean J Orthod* 2009;39:83-94.
18. Fernandes LC, Farinazzo Vitral RW, Noritomi PY, Schmitberger CA, José da Silva Campos M. Influence of the hyrax expander screw position on stress distribution in the maxilla: a study with finite elements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019;155:80-87.
19. Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:639-647.
20. Ari-Demirkaya A, Masry MA, Erverdi N. Apical root resorption of maxillary first molars after intrusion with zygomatic skeletal anchorage. *Angle Orthod* 2005;75:761-767.
21. Park HS, Kwon OW, Sung JH. Nonextraction treatment of an open bite with microscrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:391-402.
22. Cousley RR. A clinical strategy for maxillary molar intrusion using orthodontic mini-implants and a customized palatal arch. *J Orthod* 2010;37:202-208.

상악 양측 제2대구치의 정출을 동반한 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 최소 술전 교정을 이용한 악교정 수술 치험례

안윤수,¹ 김진규,² 정영수,² 유형석,¹ 최성환¹

연세대학교 치과대학 교정과학교실,¹ 구강악안면외과학교실²

Orthognathic Treatment Using Minimal Surgical Orthodontics in a Patient with Skeletal Class III Malocclusion and Extrusion of Bilateral Maxillary Second Molars

Yoon-So Ahn,¹ Jin-Kyu Kim,² Young-So Jung,² Hyung-Seog Yu,¹ Sung-Hwan Choi¹

¹Department of Orthodontics, Institute of Craniofacial Deformity,

²Department of Oral & Maxillofacial Surgery, Oral Science Research Center, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

ABSTRACT

This case report describes a successful orthognathic treatment with minimal presurgical orthodontics and bilateral extraction of maxillary second molars. A 21-year-old man had mandibular prognathism. His maxillary second molars were bilaterally extruded because there were no opposing teeth. After minimal presurgical orthodontic treatment with bilateral extraction of maxillary second molars to prevent immediate premature contact after surgery, we performed Le Fort I and bilateral intraoral vertical ramus osteotomy to correct the patient's mandibular prognathism. During the postoperative orthodontic treatment, maxillary third molars were aligned to replace the bilaterally extracted maxillary second molars. The total treatment period was 14 months. As a result of these treatments, the patient's facial appearance was rapidly improved. The minimal presurgical orthodontic treatment can guarantee immediate stable occlusion after surgery and achieve a rapid aesthetic improvement in skeletal Class Ⅲ patients. (Clin J Korean Assoc Orthod 2019;9(2):72-82)

Key words Minimal presurgical orthodontics, Bimaxillary surgery, Skeletal Class Ⅲ, Mandibular prognathism



Dr. 안 윤 수



Dr. 김 진 규



Dr. 정 영 수



Dr. 유 형 석



Dr. 최 성 환

Corresponding author: Sung-Hwan Choi

Department of Orthodontics, Yonsei University College of Dentistry,
50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea

Tel: +82-2-2228-3102 Fax: +82-2-363-3404 E-mail: selfexam@yuhs.ac

Received: April 15, 2019 / Revised: May 13, 2019 / Accepted: May 14, 2019

서론

일반적으로 골격성 부정교합을 가진 성인 환자에서 악교정 수술을 안정적으로 시행하기 위해서는 술전 교정치료, 악교정 수술, 그리고 술후 교정치료의 세 단계를 거치게 된다. 그러나 골격성 Ⅲ급 환자의 경우 술전 교정치료를 시행하는 동안 치아치조성 탈보상으로 인하여 상악 전치가 설측으로, 하악 전치가 순측으로 경사지게 되고, 이로 인해 환자의 안모와 저작 능력이 치료 전에 비해 더 악화되는 경향이 있다.¹

악교정 수술을 결심한 환자들은 기능적 개선뿐만 아니라 안모의 개선에 큰 관심을 갖고 있으며, 가능하면 빠른 시간 안에 이러한 심미적 개선의 효과를 얻고자 한다. 따라서 최근에는 이러한 환자의 심미적 요구를 만족시켜줄 수 있는 선수술(surgery-first or pre-orthodontic orthognathic surgery) 교정치료가 많이 시행되고 있다.^{2,3} 선수술 교정치료는 전통적인 악교정 수술과 같이 술전 교정치료를 통한 치아치조성 탈보상 후 수술을 시행하는 것이 아니라 수술을 교정치료보다 먼저 시행한 후 술후 교정치료를 통해 탈보상 및 교합 정착을 이루는 술식을 일컫는다.

그러나 선수술 교정치료는 술전 교정치료가 생략되어 있기 때문에 술후 치아 이동에 따른 악골의 3차원적 위치 변화를 수술 전에 정확하게 예측해야 하는 어려움이 있다. 특히 골격성 Ⅲ급 환자에서 구개측으로 벗어나 있는 상악 측절치나 대합치가 없어 정출된 상악 제2대구치는 하악골의 후방 이동 시 조기 접촉을 일으켜 수술 직후 교합을 불안정하게 만들 수 있으며, 치료결과를 예측하기 어렵게 하는 요소가 될 수 있다.

따라서 수술 직후 교합을 불안정하게 만들 수 있는 요소들만을 최대한 빠르게 수정하여 조기에 악교정 수술을 받을 수 있도록 최소 술전 교정치료(minimal presurgical orthodontics)를 시행한다면, 보다 복

잡한 증례들에서도 선수술 교정치료의 이점을 취할 수 있을 것이다.⁴ 본 증례에서는 골격성 Ⅲ급 환자에서 상악 양측 제2대구치 발치를 동반한 최소 술전 교정치료를 통해 짧은 치료기간 내에 안정적인 교합과 향상된 외모를 얻을 수 있었기에 소개하고자 한다.

진단

21세 남자 환자가 “아래턱이 나와 보인다”는 주소로 본원 교정과에 내원하였다. 초진 구외 사진에서 오목한 측모와 장안모 형태를 보이고 있었다. 미소 시 상악 전치 노출량은 부족하였고, 상악의 치열 정중선은 안모 정중선에 대해 우측으로, 하악의 치열 정중선은 안모 정중선에 대해 좌측으로 편위되어 있었으며, 하악골이 좌측으로 편위된 비대칭 소견을 보였다. 구내 사진에서 하악 전돌로 인해 대합치가 없는 상악 양측 제2대구치가 정출되어 있었다. 우측 소구치부와 좌측 구치부의 반대교합을 보였고, 전치부 수직피개 -3.0 mm와 수평피개 -7.5 mm를 보였다. 상악 및 하악에서 약 0.5 mm의 경미한 크라우딩이 관찰되었다(Figures 1, 2).

측면 두부계측방사선사진 분석에서 전후방적으로는 ANB -8.0°, Wits appraisal -19.3 mm로 골격성 Ⅲ급 부정교합을 보였고, 수직적으로는 하악 평면각 33.8°으로 과발산형의 장안모 형태를 보였다(Figure 3, Table 1). 상악 전치 치축 각도는 118.0°, 하악 전치 치축 각도는 72.3°로 골격성 부정교합에 의해 치성 보상되어 있었다. 파노라마방사선사진에서 완전 매복된 상악 양측 제3대구치와 맹출된 하악 우측 제3대구치를 발견할 수 있었다. 상기의 분석 결과를 토대로 본 환자는 상악 양측 제2대구치의 정출을 동반한 골격성 Ⅲ급 부정교합으로 진단하였다.



Figure 1. Pretreatment facial and intraoral photographs.



Figure 2. Pretreatment cast models.

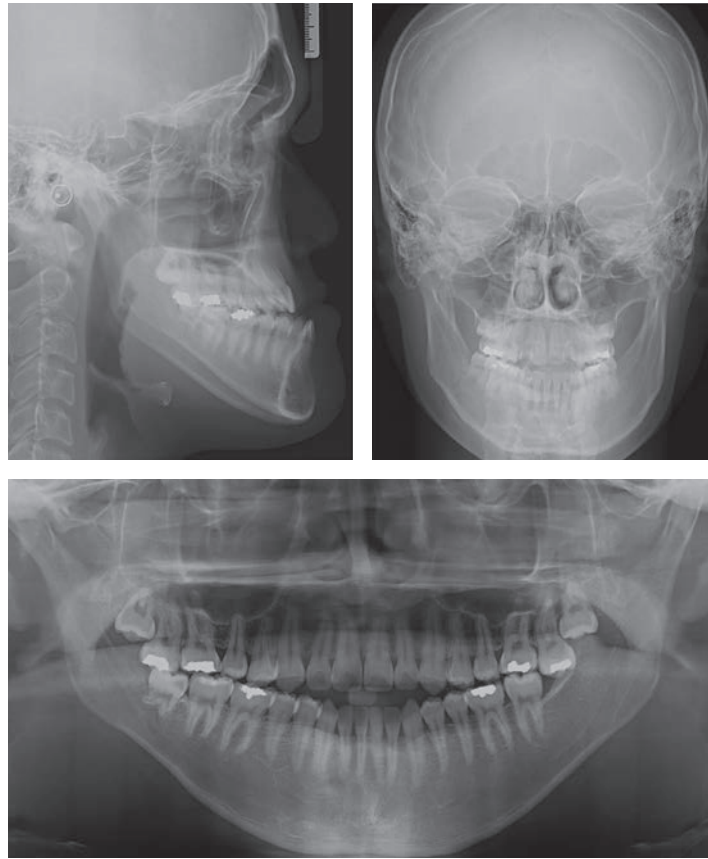


Figure 3. Pretreatment lateral and posteroanterior cephalograms and panoramic radiograph.

Table 1. Results of the cephalometric analyses before and after treatment

Measurement	Norm	Pretreatment	Posttreatment (14 M)
Skeletal			
SNA (°)	82.4±3.2	85.0	84.0
SNB (°)	80.4±3.1	92.0	83.5
ANB (°)	2.0±1.7	-8.0	1.5
Wits (mm)	-2.0±2.4	-19.3	-7.9
SN-GoMe (°)	32.0±5.0	33.8	41.0
Gonial angle (°)	117.1±6.7	139.7	145.6
Ramus height (mm)	57.6±5.2	59.8	49.6
Go-Me (mm)	79.0±5.0	90.6	81.9
Dental			
U1 to SN (°)	107.0±5.0	118.0	107.5
U1-NA (°/mm)	25.0/7.0	34.0/7.7	22.5/4.0
U1-NB (°/mm)	27.0/6.9	18.1/2.9	21.4/3.5
L1 to GoMe (°)	95.0±5.0	72.3	77.0
Soft tissue			
Upper lip to E line (mm)	1.0±2.0	-5.5	-1.3
Lower lip to E line (mm)	2.0±2.0	-0.9	-1.6

치료계획

치료목표

골격성 Ⅲ급 관계의 개선, 전치 및 구치부의 I급 관계, 이상적인 수평, 수직피개의 형성을 치료목표로 설정하였다. 또한 정출된 상악 양측 제2대구치를 발치 후 상악 양측 제3대구치의 배열을 통한 구치부 교합의 기능적 개선 또한 치료목표로 설정하였다.

치료계획

진단 모형상에서 하악 치열을 I급 구치 관계에 맞추어 모델 수술을 시행하였을 때 정출된 상악 양측 제2대구치가 조기 접촉을 일으켜 수술 교합이 불안정하였다. 술전 교정 시 골성 고정원을 이용해 상악 양측 제2대구치를 압하하고 악교정 수술을 진행할 수도 있으나, 환자는 빠른 안모의 개선을 원하였다. 파노라마 방사선사진상 매복된 상악 양측 제3대구치의 치관 및 치근 형태가 양호하여, 상악 양측 제2대구치를 발치하고, 술후 교정 시 상악 양측 제3대구치를 배열하는 치료계획을 수립하였다.

치료경과 및 결과

치료경과

상악 양측 제2대구치와 하악 우측 제3대구치를 발치한 후 상·하악에 0.018-inch Roth prescription의 고정식 교정장치를 부착하였으며, NiTi 호선을 이용하여 배열을 시작하였다.

치료 6개월째, 상·하악의 치아 배열이 완료되었고 0.016×0.022-inch 스테인리스강 와이어가 수술용 호선으로 삽입되었다(Figure 4). 상악 양측 제2대구치를 발치 후 약 2개월간 배열을 시행한 이후에 바로 악교정 수술이 가능하였으나, 환자의 개인 사정으로 악교정 수술 시점을 치료 7개월째로 미루게 되었다.

치료 7개월째, 악교정 수술을 위해 구강악안면외과에 의뢰하였다. 술전 콘빔 전산화단층사진 영상을 Mimics® software (Materialise, Leuven, Belgium)를 이용해 3차원 모델로 재구성하고 Simplant® software (Materialise, Leuven, Belgium)를 이용해 악교정 수술을 시뮬레이션하였다(Figure 5).

상악의 A-point 전진(2.3 mm), 하악의 후방 이동(15.7 mm)을 동반한 상악 르포르 골절단술(LeFort I osteotomy)과 하악 양측 intraoral vertical ramus osteotomy를 시행하였다. 악교정 수술 후 구외 사진에서 오목한 안모와 하악 전돌 양상이 개선되었다(Figure 6). 악교정 수술 후 1개월간의 안정화 기간을 거친 후 술후 교정치료를 시작하였다.

치료 8개월 및 술후 1개월째, 술후 교정치료 과정에서 상악 양측 제3대구치에도 장치를 부착하여 상악 양측 제2대구치 자리로 배열하였다. 치료과정의 연속적인 파노라마방사선사진에서 상·하악의 크라우딩을 해소하고 악교정 수술이 진행되는 동안 자연스럽게 상악 양측 제3대구치가 맹출하고 있는 소견이 관찰되었다(Figure 7).

결과

치료 14개월 및 술후 7개월째, 상악 제3대구치를 상악 제2대구치 위치로 배열시켰고, 교합 정착 과정을 거친 뒤 장치를 제거하였다. 상·하악 전치부에 고정식 설측 유지장치를 부착하였고, 상·하악에 환상 보정장치를 제작하였다. 악교정 수술을 포함한 치료기간은 총 14개월이 소요되었다. 치료 후 구내 사진에서 양측 I급 구치관계의 긴밀한 교합과 적절한 수직 및 수평피개를 보였으며, 상·하악의 치열 정중선이 안모 정중선과 일치하였다. 구외 사진에서는 하악 전돌이 악교정 수술에 의해 개선되어 직선형 안모를 보였다(Figures 8, 9).

파노라마방사선사진에서는 비교적 양호한 치관 및



Figure 4. Facial and intraoral photographs six months after treatment begins.

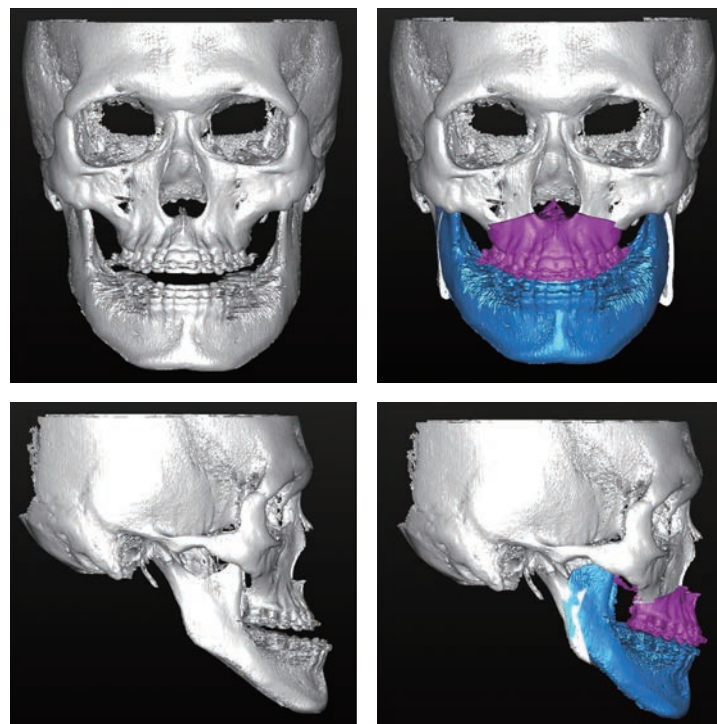


Figure 5. Surgical simulation on the three-dimensional reconstruction model.



Figure 6. Facial and intraoral photographs seven months after treatment begins (one month after surgery).

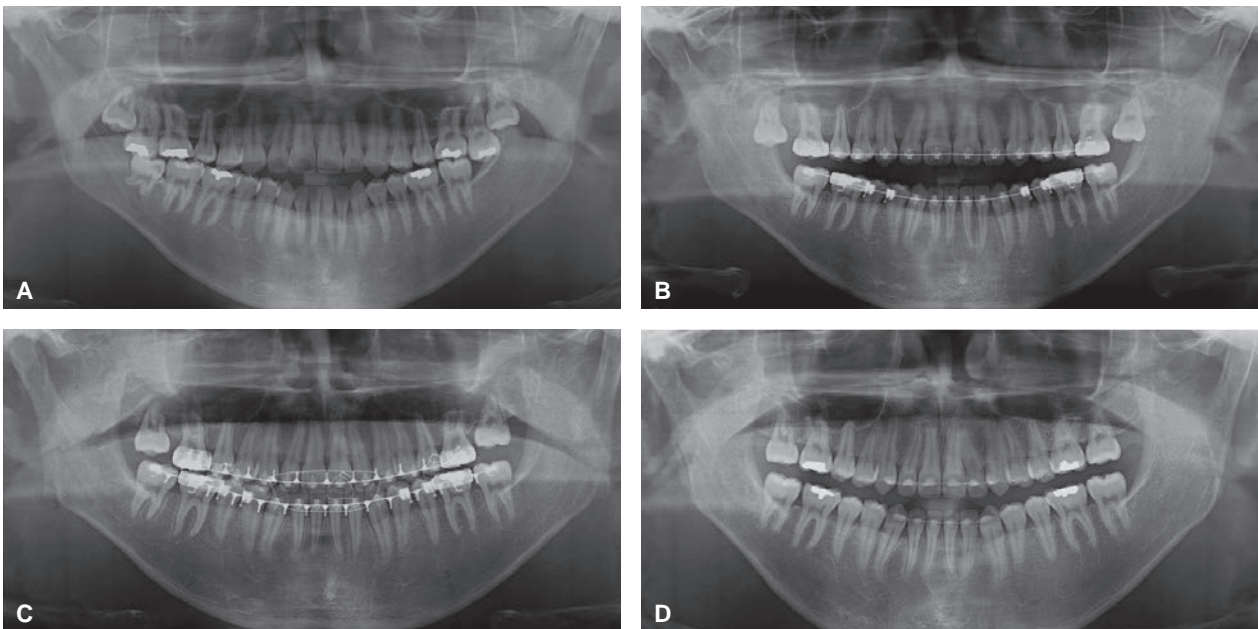


Figure 7. Panoramic radiographs. **A**, Initial, **B**, 6 months after treatment, **C**, 8 months after treatment, **D**, At the end of treatment.



Figure 8. Posttreatment facial and intraoral photographs.



Figure 9. Posttreatment cast models.

치근을 가진 상악 양측 제3대구치가 발치된 제2대구치를 대체하였음을 알 수 있었다(Figure 10). 측면 두부측방사선사진 중첩에서 악교정 수술에 의한 상·하악골의 전후방적 관계 개선과 상악 제3대구치의 정출 및 배열과정을 관찰할 수 있었다.

고찰

선수술 교정치료는 통상적 술전 교정을 동반한 악교정 수술과 비교하였을 때 치료에 소요되는 평균 치료기간이 짧고, 심리적 만족도가 높은 것으로 알려져 있다.⁵ 왜냐하면 논쟁의 여지는 있으나 외과적인 술식에 의한 골 치유과정에서 유래된 regional acceler-

atory phenomenon (RAP) 효과와 더불어 수술 후 새롭게 조성된 연조직 및 구강 내 환경이 치아치조성 탈보상을 시행하기에 유리하게 작용할 수 있기 때문이다.⁶ RAP는 골절선상에 인접한 부위에서 골의 재형성에 필요한 사이토카인(cytokine)의 분비 및 조골/파골세포의 분화가 활발히 이루어짐을 의미한다.⁷ 그러나 발치를 필요로 하는 심한 크라우딩, 3차원적인 치성 탈보상이 필요한 심한 안면 비대칭 혹은 3 mm 이상의 이부편위, 5 mm 이상의 심한 횡적 부조화, 그리고 II급 2류 부정교합 등의 증례들에서는 시행에 제한이 있다.^{3,8}

Baek 등⁹은 크라우딩이나 정출된 치아들과 같이 악교정 수술을 방해하는 요소들이 있더라도 그 정도가

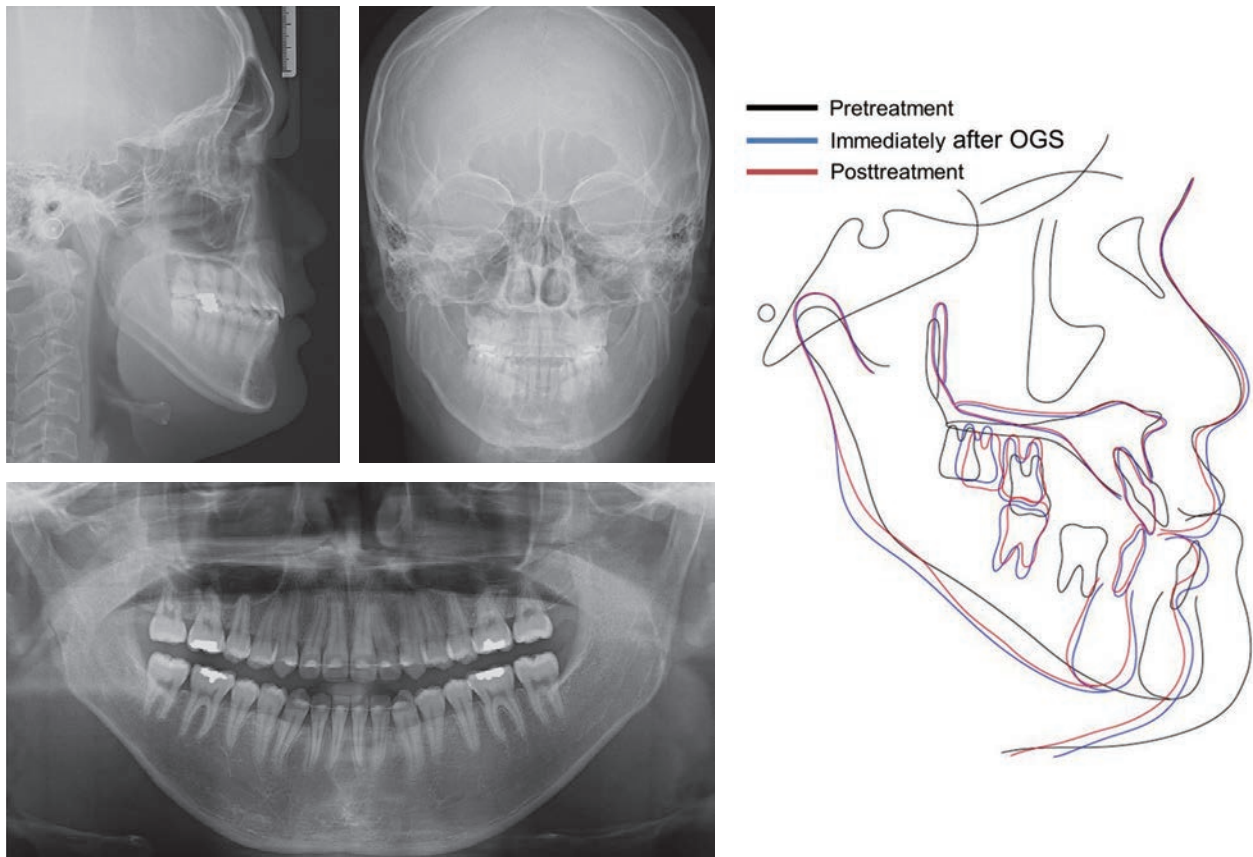


Figure 10. Posttreatment cephalometric and panoramic radiographs and superimpositions before, during, and after treatment.

심하지 않다면 1-2개월 정도의 최소한의 교정치료를 통해 악교정 수술의 시점을 앞당기는 조기 악교정 수술의 개념을 강조하였다. Larson 등¹⁰은 골격성 Ⅲ급 환자에서 통상적 술전 교정을 동반한 악교정 수술과 6개월 이내의 최소 술전 교정을 시행한 군 간의 수술 후 안정성 비교 시 두 그룹 간의 수평적, 수직적 하악골의 안정성에는 차이가 없었으나, 최소 술전 교정 군의 교정치료기간이 유의하게 짧았음을 보고하였다.

본 증례의 경우 크라우딩이 심하지 않았으며, 모형 상에서 하악을 후방 이동시켰을 때, I급 구치관계에서 횡적 부조화가 관찰되지 않았다. 그러나 시상적인 골격성 부조화로 인하여 상악 양측 제2대구치가 대합치가 없이 정출되어 있었으며, 상악 양측 제2대구치와 변연용선 부조화를 보이고 있었다. 이로 인해 선수술을 계획하기에는 상·하악 양측 제2대구치의 조기 접촉으로 인해 수술 교합이 불안정하였다. 술전 교정 시 상악 제3대구치를 발치하고 골성 고정원을 이용해 상악 제2대구치를 압하 후 악교정 수술을 하는 방법도 있겠지만 이는 치료기간을 증가시키며, 골성 고정원 식립 시 실패 가능성 또한 고려해야 한다. Moffitt¹¹은 상악 제2대구치를 발치하고 교정치료를 진행하면 대부분의 경우에서 제3대구치의 맹출이 가속화되면서 악궁을 따라 양호한 위치로 맹출하며, 교정치료 완료 후 치주 상태도 인접한 제1대구치와 비슷함을 보고하였다.

본 환자에서는 파노라마방사선사진상 상악 양측 제3대구치의 양호한 치관과 치근 형태가 관찰되었으며, 따라서 상악 양측 제2대구치를 발치하고 최소 술전 교정을 통해 초기에 악교정 수술을 시행한 후 상악 제3대구치를 제2대구치 자리로 배열하여 안정적이고 심미적인 치료결과를 얻을 수 있었다.

결론

상악 양측 제2대구치의 정출을 동반한 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서 미맹출된 건전한 상악 양측 제3대구치 존재 시, 상악 양측 제2대구치 발치를 동반한 최소 술전 교정 후 악교정 수술을 시행한 후 상악 양측 제3대구치의 배열을 시행한다면, 짧은 치료기간 내 안정적이고 심미적인 결과를 얻을 수 있다.

Acknowledgments

This case report was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) and funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (NRF-2018R1C1B6000989).

REFERENCES

1. Choi SH, Yoo HJ, Lee JY, Jung YS, Choi JW, Lee KJ. Stability of pre-orthodontic orthognathic surgery depending on mandibular surgical techniques: SSRO vs IVRO. *J Craniomaxillofac Surg* 2016;44:1209-1215.
2. Choi SH, Hwang CJ, Baik HS, Jung YS, Lee KJ. Stability of pre-orthodontic orthognathic surgery using intraoral vertical ramus ssteotomy versus conventional treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2016;74:610-619.
3. Peiró-Guijarro MA, Guijarro-Martínez R, Hernández-Alfaro F. Surgery first in orthognathic surgery: a systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;149:448-462.
4. Choi TH, Kim SH, Yun PY, Kim YK, Lee NK. Factors related to relapse after mandibular setback surgery with minimal presurgical orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg* 2019;77:1072.e1-1072.e9.
5. Brucoli M, Zeppegno P, Benech R, Boffano P, Benech A. Psychodynamic features associated with orthognathic surgery: a comparison between conventional orthognathic treatment and “surgery-first” approach. *J Oral Maxillofac*

- Surg 2019;77:157-163.
6. Zingler S, Hakim E, Finke D, Brunner M, Saure D, Hoffmann J, Lux CJ, Erber R, Seeberger R. Surgery-first approach in orthognathic surgery: psychological and biological aspects - a prospective cohort study. *J Craniomaxillofac Surg* 2017;45:1293-1301.
7. Liou EJ, Chen PH, Wang YC, Yu CC, Huang CS, Chen YR. Surgery-first accelerated orthognathic surgery: postoperative rapid orthodontic tooth movement. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:781-785.
8. Park KH, Sandor GK, Kim YD. Skeletal stability of surgery-first bimaxillary orthognathic surgery for skeletal class III malocclusion, using standardized criteria. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016;45:35-40.
9. Baek SH, Ahn HW, Kwon YH, Choi JY. Surgery-first approach in skeletal class III malocclusion treated with 2-jaw surgery: evaluation of surgical movement and postoperative orthodontic treatment. *J Craniofac Surg* 2010;21:332-338.
10. Larson BE, Lee NK, Jang MJ, Yun PY, Kim JW, Kim YK. Comparing stability of mandibular setback versus 2-jaw surgery in Class III patients with minimal presurgical orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg* 2017;75:1240-1248.
11. Moffitt AH. Eruption and function of maxillary third molars after extraction of second molars. *Angle Orthod* 1998;68:147-152.

교정용 미니임플란트를 이용한 구치 전방 견인과 교합평면 회전

정민호

아너스치과교정과

Occlusal Plane Rotation by Molar Protraction Using Orthodontic Mini-Implant

Min-Ho Jung

HONORS Orthodontics, Seoul, Korea

ABSTRACT

Orthodontic mini-implant (OMI) has become very popular as an orthodontic anchorage in recent years because of its convenience and no need of patient's cooperation. However, biomechanical situations sometimes cause unexpected side effects. If the retraction force from OMI does not pass the center of resistance (CR) during retraction, the whole dental arch will rotate which does not occur in conventional treatment. This case report presents the rotation of the occlusal plane by the protraction of upper molars and retraction of lower dental arch using OMIs. The patient had extracted three molars and two premolars. Since she wanted to close all the extraction space by orthodontic treatment, multiple OMIs and intermaxillary elastics were used to close the space. As a result, significant rotation of the occlusal plane was observed. When OMIs are needed for retraction or protraction, the possibility of occlusal plane rotation during treatment should be taken into account. (Clin J Korean Assoc Orthod 2019;9(2):83-96)

Key words Orthodontic mini-implant, Center of resistance, Occlusal plane



Dr. 정민호

Corresponding author: Min-Ho Jung
HONORS Orthodontics, 3rd Fl., Taenam Building, 40 Jamwon-ro 3-gil, Seocho-gu, Seoul 06510, Korea
Tel: +82-2-599-4001 Fax: +82-2-599-4002 E-mail: fortit@chol.com
Received: April 17, 2019 / Revised: May 27, 2019 / Accepted: June 4, 2019

서론

교정용 미니 임플란트(orthodontic mini-implant; OMI)를 치료과정에서 많이 사용하게 되면서, 과거에는 사용상의 어려움이나 협조도를 얻기 어려워 잘 하지 않았던 치료, 혹은 불가능에 가깝다고 생각했던 치료가 많이 시도되고 있고, 이로 인하여 교정치료로 조절이 가능한 부정교합의 범위가 크게 확장되었다. 하지만 OMI를 사용한 치료는 기존의 교정장치들과 생역학(biomechanics)적 차이가 있기 때문에 의도하지 않았던 변화 혹은 부작용이 발생할 수도 있다.

치아를 이동시키기 위해 힘을 가하게 되면, 치아는 저항중심(center of resistance; CR)과 힘의 방향, 힘의 작용점 등에 따라 다양한 방식으로 이동하게 된다.¹ 상·하악의 전체 치열을 후방으로 견인하거나, 혹은 소구치 발치 후 고정원을 강화하기 위해 OMI를 사용하는 치료방법은 매우 흔하게 접할 수 있는 치료이다. 골의 두께, 치근의 길이 등 개개인의 해부학적 특징에 따라 차이는 있지만, 상악 치열 전체의 저항중심은 대략 제1, 2소구치 사이의 치근 부위에 위치하는 것으로 알려져 있으며,² 상악 전치부의 저항중심은 측절치 치근의 후방 부위에 위치하는 경우가 많다고 한다.³ 상악 전치부 혹은 상악 치열 전체를 OMI를 이

용하여 후방으로 견인할 때 견인력이 CR을 지나지 않는 경우 치열은 후방 견인과 동시에 CR을 중심으로 교합평면이 회전하는 등의 의도하지 않은 변화가 나타날 수 있다.

상악 제2소구치와 제1대구치 사이의 치근부위 협측 치조골에 OMI를 위치시키고 일반적인 활주역학에 쓰이는 호선을 사용해 상악 치열을 후방으로 견인하는 경우 발생하는 변화에 대하여 크게 2가지 견해가 있다. 일부 연구자들은 소구치 발치 여부와 상관없이 견인력이 보통 CR의 하방을 지나게 되므로 상악 교합평면이 시계 방향으로 회전하는 변화(Figure 1)가 발생한다고 주장한다.⁴⁻⁶ 다시 말해서 상악 전치는 정출되고 상악 구치는 함입이 일어나 전치부의 수직피개가 증가하기 쉽다는 주장이다. 이와는 반대로 상악의 후방 견인력이 상악 전치부의 압하를 가져온다는 주장(Figure 2)도 일부 연구자들에 의하여 제기되었다.^{7,8}

개개인의 해부학적 특성이나 교합 기능 등 여러 가지 변수가 있기 때문에 특정한 변화가 모든 증례에서 일어난다고는 할 수 없다. OMI의 위치, 호선에 부여하는 힘의 방향 등을 변화시키거나 회전을 막을 수 있는 추가적인 힘을 사용함으로써 발생하는 변화를 억제하거나 조절하는 것이 가능할 것이다. 어떤 변화가 일어날지 미리 예상할 수 있어야 환자의 불편감을 최소화

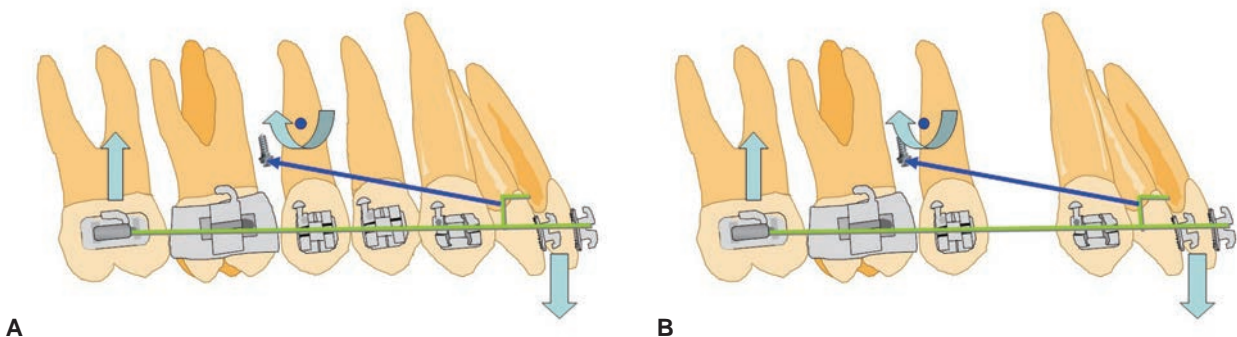


Figure 1. Some previous researches showed when the retraction force vector passes below the center of resistance (CR), whole dental arch may rotate.¹⁻³ **A,** Rotation of whole upper arch caused by the retraction force in nonextraction cases. **B,** Rotation of whole upper arch caused by the retraction force in premolar extraction cases.

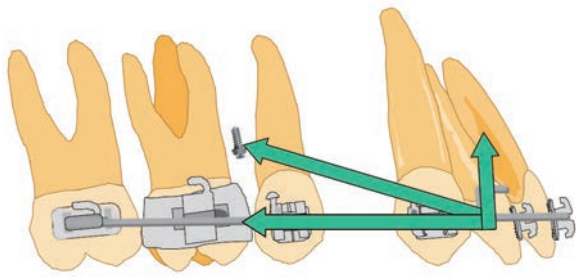


Figure 2. Some of the other researchers argued that even the retraction force vector passes below center of resistance (CR) of maxillary arch, whole dental arch can be moved posteriorly with incisor intrusion.⁴⁻⁶

하면서 효율적이고 심미적인 치료를 할 수 있을 것인데 상반된 주장이 공존하는 상황이다.

치열을 후방 이동시키는 역학을 다룬 문헌은 비교적

많지만, 치열을 전방으로 견인하는 역학을 다룬 문헌은 상대적으로 드물다. 특히하게 상악에서는 전방 견인력을, 하악에서는 후방 견인력을 가하여 치료한 증례가 있어 견인 과정에서의 회전 효과를 뚜렷하게 관찰할 수 있었기에 소개해 드리고, 골격적 고정원을 이용한 견인 시 발생할 수 있는 변화에 관하여 고찰해 보고자 한다.

진단

얼굴이 비뚤어지고 잘 씹히지 않는다는 것을 주소로 22세 여성 환자가 내원하였다(Figure 3). 얼굴 사진에서도 뚜렷한 비대칭이 관찰되었으며, 약간의 Ⅲ급 경향을 관찰할 수 있었다. 구강 내 상태를 살펴보면,



Figure 3. Pretreatment facial and intraoral photographs.

상악 우측 제1대구치, 상악 좌측 제1, 2소구치, 하악 양측 제2대구치가 심한 치아우식증으로 인해 발거되어 있었고, 하악 우측 제3대구치에는 치근까지 진행된 심한 치아우식증이 관찰되었는데, 발치해야 할 상태라는 설명을 이미 일반치과에서 들었다고 하였다. Ⅲ급 경향으로 인하여 전치부는 절단 교합 상태, 그리고 양쪽 구치부는 모두 Ⅲ급 교합 관계를 보였다. 비대칭과 악골의 Ⅲ급 경향으로 인하여 우측 견치 부위는 반대교합을 보였으며, 상설치 후방의 구치들이 조금씩 전방으로 쓰러져 있었다. 상악 우측 제1대구치의 공간은 절반 이상 폐쇄되어 있었고, 상악 좌측 제1, 2소구치의 공간은 소량만 줄어들어 있었다. 하악 양측 제2대구치의 발치 공간은 상당량 줄어든 상태였다.

측면 두부방사선계측사진에서 ANB -0.1° , AB to mandibular plane 57.5° 로 Ⅲ급 경향을 확인할 수

있었고, IMPA 79.4° 로 하악 전치가 설측 경사되어 있었다(Table 1). 정면 두부방사선계측사진에서도 비대칭이 있음을 확인할 수 있었다(Figure 4).

특이한 내과적 병력은 없었으며, 간혹 오른쪽 악관절 주위에 통증을 느낄 때가 있다고 하였다. 초등학교 저학년 때 몇 달간 입안에 끼우는 장치를 이용해 교정 치료를 받은 적이 있었다고 하였다. 치아의 발거는 대부분 지난 1년 이내에 시행된 것이었다.

치료계획

치료목표

치아가 발거된 부위가 많았기 때문에 이들 발치 공간을 교정적 혹은 보철적 치료를 통해 폐쇄하고 교합 기능을 회복시키면서, 전치부의 수직피개와 수평피개

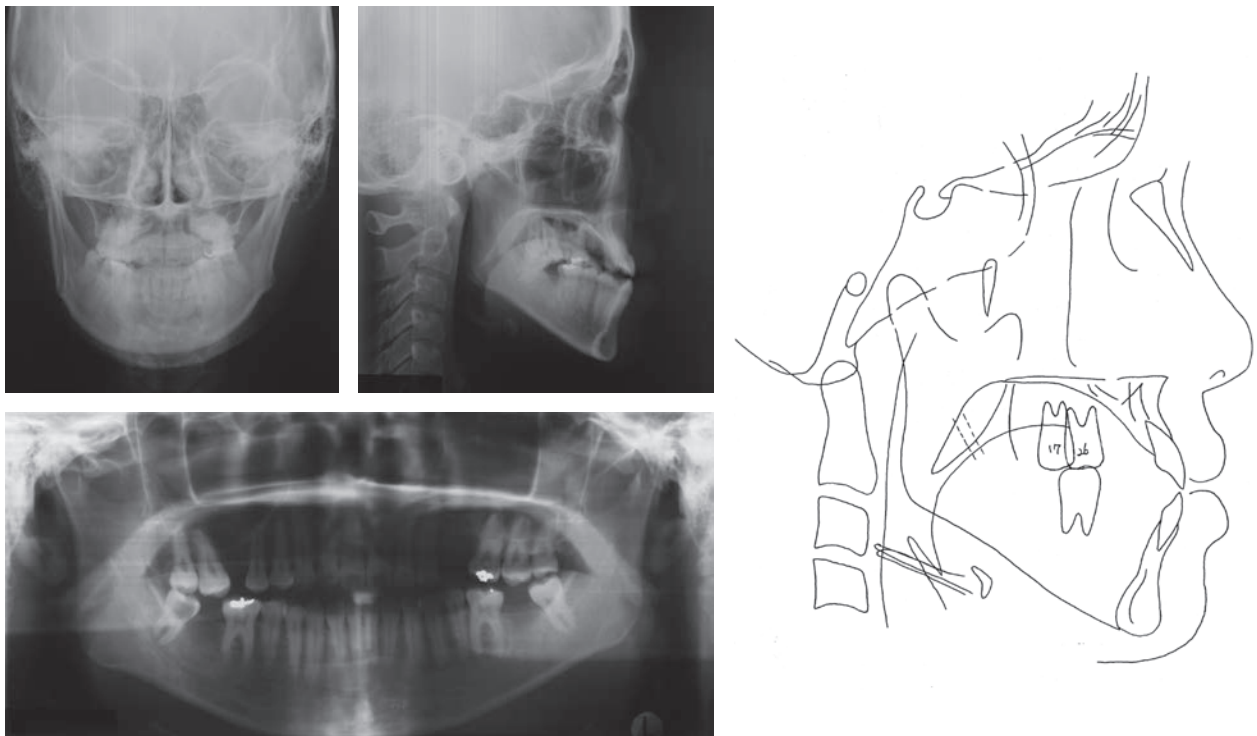


Figure 4. Pretreatment X-rays and tracing.

를 개선해야 했다. 구치부 전후방 관계를 개선하고 측방치군의 반대교합을 해소하는 것도 필요했으며, 가벼운 악관절질환의 증상이 있어 이에 대한 평가와 치료가 요구되었다.

치료계획

환자의 주소(chief complaint) 중 하나가 비대칭이었기 때문에, 상악 우측 제1대구치와 상악 좌측 제1소구치의 공간을 교정적으로 폐쇄한 후 양악 수술을 시행하고, 남은 발치 공간들은 교정치료 후 임플란트로 수복하는 치료계획을 가장 먼저 고려하였다. 근본적인 골격적 문제를 악교정 수술로 개선하면 기능적으로나 심미적으로 가장 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상되었지만, 환자는 악교정 수술을 거부하고 교정치료만 원하였다.

두 번째 치료계획은 상악 발치 공간을 그대로 두고, 하악 좌측은 고정원이 제3대구치 하나뿐이고 우측은 전체 치열이 후방 이동해야 하므로, OMI를 고정원으로 사용하여 하악 전체 치열을 후방 이동시키면서 하악 좌측 제2대구치의 공간은 폐쇄하고, 교정치료 종료 후 상악 우측 제1대구치, 상악 좌측 제1, 2소구치, 하

악 우측 제2대구치의 발거 부위에 임플란트를 식립하여 교합기능을 회복시키는 방법(Figure 5)이었다. 환자는 교정치료 후 임플란트를 4개나 하는 것을 원치 않는다고 발거된 부위를 교정치료로 최대한 폐쇄하기를 원하여, 이 방법도 선택되지 않았다.

세 번째로 권유한 치료계획은 상악의 발치 공간을 줄이기 위해 OMI를 이용하여 구치부를 전방 견인하여 상악 우측 제1대구치와 상악 좌측 제2소구치의 공간은 폐쇄하고, 하악은 두 번째 계획과 비슷하게 OMI의 도움으로 후방 견인하여 치료한 후 상악 좌측 제1소구치와 하악 우측 제2대구치 발거 부위에만 임플란트를 식립하는 방법(Figure 6)이었다. Ⅲ급 악간 고무도 함께 사용해야겠지만, 상·하, 좌·우의 폐쇄해야 할 공간 혹은 움직여야 할 양이 각각 달라 OMI의 사용은 불가피할 것으로 생각되었다. 하악 좌측 제2소구치 부위에는 소량이지만 하악 좌측 제3대구치가 고정원 역할을 해줄 것으로 생각되었으나, 정중선을 수정하기 위해서는 약간의 고정원 보강이 필요하다고 판단하였다.

환자는 기왕 복잡한 치료를 받을 수밖에 없다면, 최소한 상악의 모든 발치 공간은 교정치료로 폐쇄하여 보철치료를 최대한 줄여주기를 요구하였다. 상악 좌측

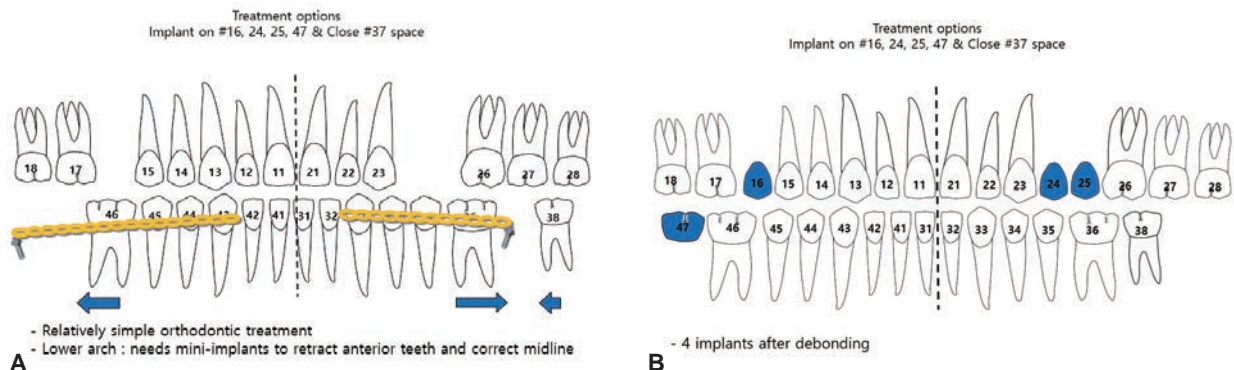


Figure 5. The treatment plan including retraction of lower arch using orthodontic mini-implants (OMIs) and implant placement in upper extraction spaces was relatively simple and comfortable to the patient, but the patient did not want it. **A,** Schematic diagram of the treatment plan. **B,** Expected final treatment result.

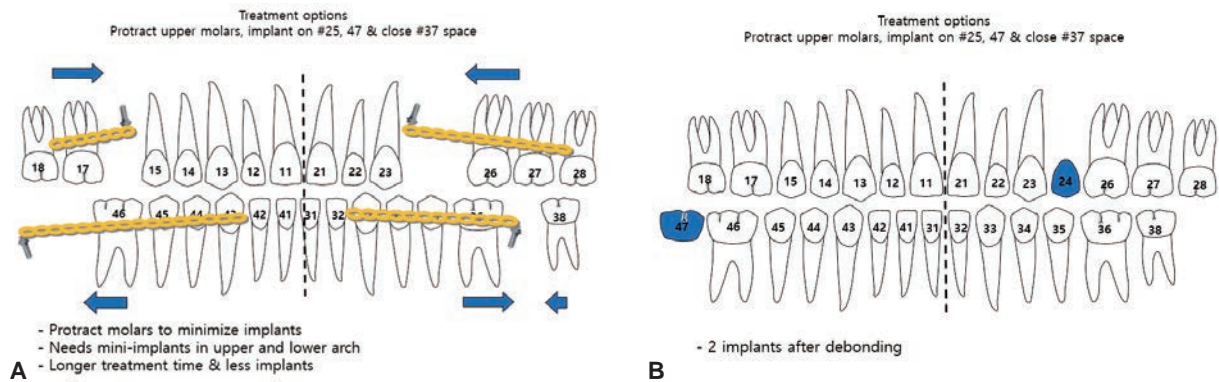


Figure 6. The treatment plan including protraction of upper posterior teeth to close one premolar extraction space on both sides and placement of one implant on the upper left side was a more complex treatment plan, but it was appropriate treatment plan to create good occlusion. The patient refused this plan and asked me to close all the extraction spaces by orthodontic treatment, **A**, Schematic diagram of the treatment plan, **B**, Expected final treatment result.

견치 후방에 상악 좌측 제1대구치가 바로 연이어 배열되면 좋은 교합을 만들어주는 것이 불가능하고, 너무 복잡한 치료일 뿐만 아니라 치아 이동량이 많아 치료기간이 너무 길어질 것이라 설명하고 만류하였으나, 환자가 적극 요구하여 최종적으로 상악의 모든 발치 공간을 OMI를 이용한 구치부 전방 견인으로 폐쇄하는 치료 계획이 선택되었다(Figure 7).

치료경과 및 결과

치료과정

악관절 주위에 통증을 느끼는 빈도가 많지 않았고 증상도 심하지 않아 일단 악관절질환에 대한 특별한 치료를 하지 않고 관련된 사항에 대해 교육만 시행하였다. 단단한 음식물 섭취나 입 크게 벌리기, 좋지 않은 자세 등 악관절질환과 연관된 일상생활의 주의사항을 설명하고 소염제 복용과 찜질 방법, 스트레칭 등을 교육하였다.

하악 우측 제3대구치를 발거한 후 0.022-inch 슬롯의 스트레이트 와이어 브래킷을 부착하고 0.014-inch 나이티놀 호선을 시작으로 순차적인 레벨링을 시행하

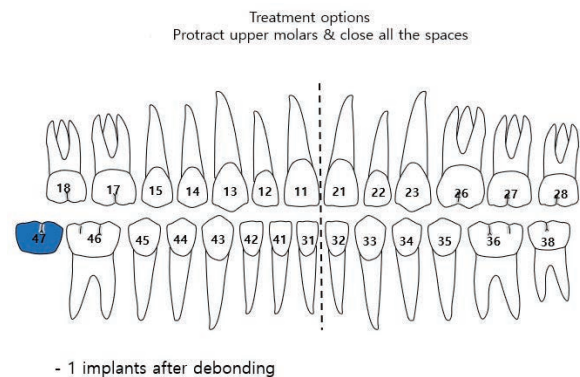


Figure 7. Finally, the treatment plan including close of all the upper extraction spaces by protraction of posterior teeth and retraction of lower dentition was chosen by the patient's request. A very rare occlusion with #26 located right after #23 was determined as a therapeutic goal.

였다. 치료 4개월째, 상악 좌측 견치 후방, 상악 우측 제1소구치 후방, 그리고 하악 제1대구치 후방에 OMI를 식립하고, 0.019×0.025-inch 스테인리스강 와이어를 사용하여 하악 치열의 후방 견인, 탄성 체인을 이용하여 상악 구치의 전방 견인(Figure 8)을 시작하였다. 또한 Ⅲ급 약간 고무를 보조적으로 사용하고 있었으나 환자가 거래처를 자주 만나야 하는 직업이었

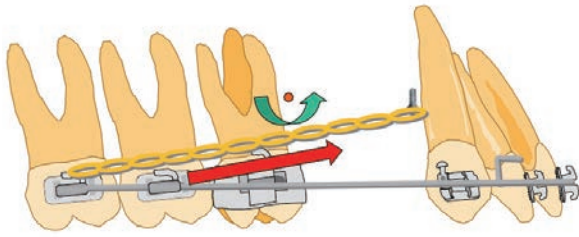


Figure 8. To protract the posterior teeth, elastomeric chain was connected from orthodontic mini-implant (OMI) to the buccal tube of the rearmost molars. The protraction force was located below the center of resistance (CR) of maxillary arch.

고 해외 출장도 찾아 협조도는 좋지 못했다. 가장 많은 후방 견인이 필요했던 상악 좌측 부위의 치아 이동이 잘 되지 않아, 이를 극복하기 위해 corticision,⁹ 나 이티놀 코일 스프링, 더 강한 탄성 체인, 그리고 악간 고무로 견인 등을 시도하였으나 치아이동이 순조롭게 진행되지 않아 많은 시간이 소요되었다.

반대교합이 있었던 우측 견치 부위는 호선 조절을 통해 상악 견치는 바깥쪽으로, 하악 견치는 안쪽으로 이동시켜 개선하고자 하였고 이로 말미암아 특히 상악에 비대칭적인 악궁 형태가 만들어졌다. 오랜 기간 많은 양의 치아 이동이 필요했던 상악의 OMI는 별 문제가 없었던 반면, 짧은 기간만 고정원 보강이 필요하다고 생각하여 하악 좌측 제2대구치의 발치 공간이 1/3 가량 남았을 때 식립한 하악 좌측 OMI가 실패하여 재식립하였는데, 재식립한 OMI가 출장 중 다시 빠지는 상황이 발생하였다. 치료가 길어지면서 환자의 협조도가 점차 떨어졌고, 환자가 회사의 사정으로 갑자기 1년 이상의 출장을 떠나게 됨으로써, 하악 좌측의 OMI를 다시 시도하지 못하고 정중선이 아직 완전히 고쳐지지 않은 상태에서 서둘러 마무리를 해야 하는 상황이 되었다. 치료기간은 총 36개월이 소요되었고, 장치 제거 후 상악에는 환상보정장치(circumferential retainer)를, 하악에는 견치간 고정식 보정장치와 Hawley 유지장치를 장착하였다.

치료결과

교정치료 후의 얼굴 사진(Figure 9)을 살펴보면 안모는 거의 변화가 없었으나, 구내 사진을 보면 반대교합과 개방교합이 치료되었고 모든 발치 공간이 제거되었음을 알 수 있다. 상악 좌측은 견치 후방에 제1대구치가 위치하여 악궁 간 치아 크기 비율이 잘 맞지 않았고 상·하악 전치 정중선도 맞지 않아 상·하악 구치부 교합관계가 바람직하지 못한 상태임을 알 수 있다.

치료 전·후 측면 두부방사선계측사진 중첩(Figure 10)을 살펴보면, OMI를 이용한 상악 구치의 전방 견인과 하악 치열의 후방 견인, 그리고 보조적으로 사용한 Ⅲ급 악간 고무의 효과가 더해져 상당한 양의 교합평면 회전이 발생하였음을 관찰할 수 있다. FH에 대한 상악 교합평면의 각도는 14.2°에서 5.8°로 8.4° 감소하였다(Table 1). 상악 전치는 3.2 mm 압하되었고 하악 전치는 하악 교합평면을 기준으로 했을 때 3.9 mm 정출되었는데, 수직피개를 증가시키기 위해 전방 악간 고무를 사용했던 것을 고려하면 상악 전치의 압하가 상당히 많았음을 짐작할 수 있었다.

고찰

골격성 고정원을 이용한 견인 시 교합평면의 회전

앞서 언급한대로, 전체 치열을 후방으로 이동시키기 위해 골격성 고정원을 사용하여 후방 견인력을 치열 저항중심의 하방(교합면측)에 위치시키면 어떤 수직적인 변화가 일어나는지에 대하여 기존 문헌에 2가지의 견이 제시된 바 있다. 후방 견인력이 전치부의 정출과 구치부의 함입, 전치부 수직피개의 증가를 가져올 것이라는 의견과^{4-6,10} 전치부가 함입되면서 후방 이동된다는 의견^{7,8}이 그것이다.

만약 후방 견인력이 전치부 정출과 구치부 함입을 일으킨다면 상악 치열의 후방 견인 시 상악 전치부의 노출량의 증가, 과개교합, 그리고 전치부에서의 조기



Figure 9. Post-treatment facial and intraoral photographs.

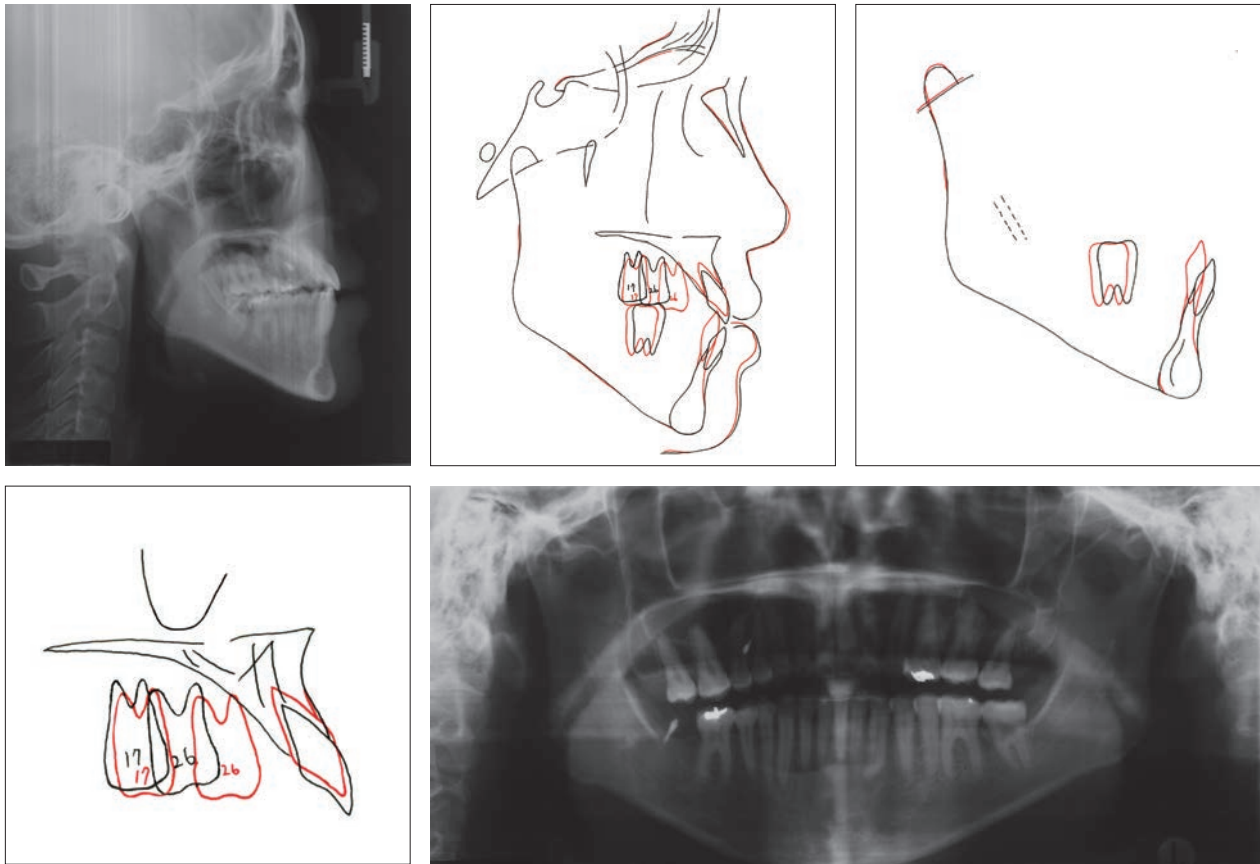


Figure 10. Post-treatment X-rays and superimposition tracing.

Table 1. Changes in cephalometric measurements

	Pretreatment	Posttreatment
Bjork sum (°)	396.5	396.4
Facial height ratio (%)	64.3	64.3
ANB (°)	-0.2	0.3
A to N perpendicular (mm)	-0.3	-0.3
Pog to N perpendicular (mm)	0.4	0.4
U1 to FH (°)	117.7	120.4
U1 to SN (°)	111.5	114.2
U1 to stomion (mm)	2.2	-1.0
L1 to A pog (mm)	6.3	3.3
IMPA (°)	81.9	78.6
Interincisal angle (°)	130.1	136.1
Upper occlusal plane to FH (°)	14.2	5.8
Nasolabial angle (°)	93.5	93.0
Upper lip to esthetic line (mm)	-2.3	-2.5
Lower lip to esthetic line (mm)	2.2	0.7

접촉의 발생과 같은 부작용이 발생할 것이고, 전치부의 함입이 일어나면서 후방 이동된다면 전치부 노출량은 감소하고 수직피개는 감소하거나 유지될 것이다.

상·하악에 모두 OMI로 후방 견인력을 가하는 경우를 가정해보자. 만약 전치부 정출과 구치부 함입이 발생하게 된다면 상·하악 교합평면이 동시에 회전하므로 전치부 과개교합과 구치부 개방교합이 생기기 쉽고 (Figure 11), 부작용의 발생을 환자나 교정과 의사가 쉽게 발견할 수 있다. 교정과 의사는 이러한 부작용을 발견 즉시 교합개선을 위해 구치부 약간고무 등 여러 가지 방법을 사용할 것이며,⁴ 치료가 끝났을 때에는 문제가 해결되어 교합평면이 치료 전의 상태로 회복되었을 가능성이 높다. 따라서 치열의 후방 이동과

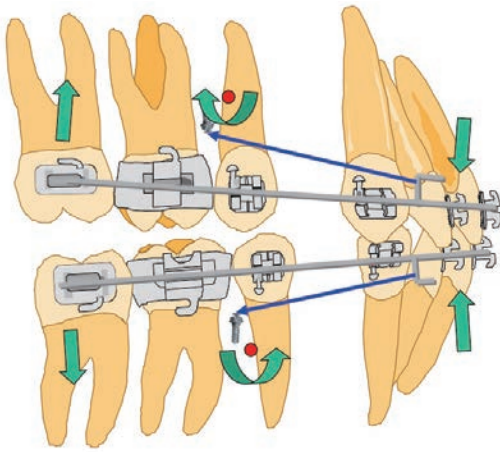


Figure 11. If you placed OMI on buccal alveolar bone and retract the anterior teeth by placing elastomeric chain between the hooks on the anterior teeth and OMI, upper and lower occlusal planes tend to rotate and posterior open bite can be produced. This change is not only a great inconvenience to the patient, but it can also be easily detected. Therefore, the orthodontist should stop the retraction to remove the side effects and treat the posterior open bite and the premature contact of the anterior teeth. As a result, when the treatment is finished, most of the changes due to rotation have already disappeared and it is difficult to evaluate the changes that occur during the treatment process by comparing only data before and after treatment. OMI: orthodontic mini-implant.

정에서 교합평면의 회전이 발생하는지 여부는 교정치료 전, 후의 변화만 평가해서 발견하기는 어려운 경우가 많다.

이 환자는 치료과정에서 골격성 고정원을 이용하여 상악 구치부에는 오랜 기간 전방 견인력을(Figure 8), 하악 전치부에는 몇 달간 후방 견인력을 가하였는데, 상·하악 모두에서 반시계방향 회전이 일어났음을 알 수 있다(Figure 10). 상악 전치부에서 상당량의 함입이, 하악 전치부에서는 상당량의 정출이 일어났기 때문에, 전치부의 조기 접촉과 같은 부작용은 발생하지 않았고 환자나 술자가 이러한 변화를 느끼지 못했으며 이로 말미암아 회전에 의한 변화의 상당부분이 치료종료 시까지 남아있게 되었던 것 같다. 비록 환자의 협조도는 좋지 못했으나 Ⅲ급 약간 고무도 사용하도록 지시하였으므로 약간 고무의 효과도 나타났을 것으로 짐작되지만, 상악 전치의 상방 이동량(이 증례에서 3.2 mm)이나 상악 교합평면의 회전량(8.4°)도 일반적인 Ⅲ급 약간 고무의 효과와는 상당한 차이가 있고,¹¹⁻¹³ 치료 후 하악 평면각이 증가하지 않았다는 점을 고려할 때 이러한 수직적 변화의 상당부분은 골격성 고정원을 이용한 견인력 때문에 일어났다는 것을 짐작할 수 있다. 교합평면의 회전 효과는 견인력을 더 오래 가하였던 상악 치열에서 더 많이 나타났어야 하지만, 개방교합이 더 심해지는 증상 때문에 전치부에 오랜 기간 사용을 지시했던 수직 약간 고무가 치근이 더 작은 하악 전치부에 많은 변화를 야기했을 것으로 짐작된다.

이러한 교합평면의 회전 효과는 견인력이 치아의 저항중심보다 교합면 쪽에 위치했기 때문에 발생한 것으로 생각되며, 하악 치열에 OMI로 전방 견인력을 가하는 경우 유사한 회전 양상이 일어남을 보고한 증례 보고가 발표된 바 있었으나,^{14,15} OMI를 이용한 상악 치열의 전방 견인은 그리 많이 소개되어 있지 않다.

이상의 여러 가지 요인과 이 증례에서 발생한 변화

를 고려할 때, 일부 연구자들이 주장했던 것처럼 상악 치열을 후방 견인할 때 CR보다 상방으로 견인력이 작용하도록 특별한 역학적인 고려를 하지 않았을 경우에는 전치부가 함입되는 변화가 일어나기는 매우 어려울 것으로 보인다. 그러면 왜 일부 연구자들은 후방 견인으로 전치부가 함입되었다는 연구결과를 발표하게 된 것일까?

만약 전치부의 수직적 위치를 평가할 때 구개평면을 사용하면 구개평면과 상악 교합평면은 평행하지 않기 때문에, 상악 전치가 교합평면을 따라 후방 이동되기만 해도 상악 전치가 압하되었다는 잘못된 해석을 하

기 쉽다(Figure 12).^{8,10,16,17} 수직적인 변화를 정확하게 평가하기 위해서는 치료 전 교합평면을 기준 평면으로 사용하여 수직 변화를 살펴보아야 한다.⁶

치료 전 수직 피개량이 작아서 상악 전치가 정출되어도 전치부 조기 접촉 문제가 없는 환자라면, OMI를 이용한 후방 견인 시의 교합평면 회전을 치료 중 고칠 필요가 없기 때문에, 중첩에서 상악 전치의 정출과 교합평면의 회전 효과를 좀 더 잘 관찰할 수 있다.¹⁸

상악 치열의 후방 견인력이 상악 전치의 압하를 야기하기 위해서는 견인력이 상악 치열궁의 저항중심을 지나거나 이보다 상방에 위치해야 한다. 따라서 상당

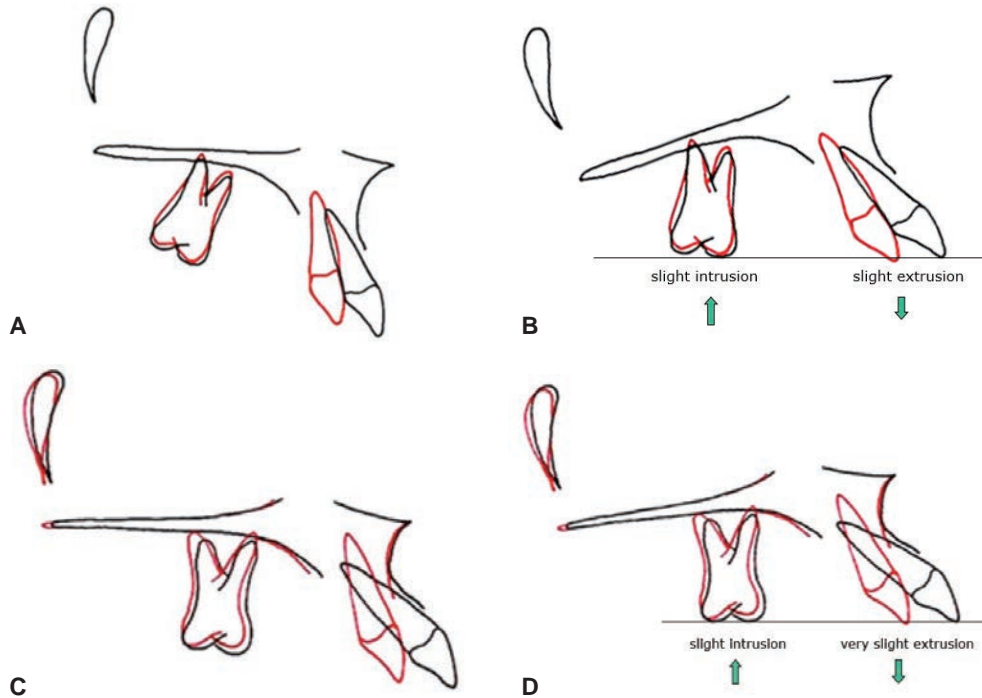


Figure 12. When the palatal plane, SN or FH plane are used to evaluate the treatment effect of premolar extraction and retraction using orthodontic mini-implants (OMIs), incisor movement on the occlusal plane may be misinterpreted as intrusion effect because the occlusal plane has an anterior incline. I show you 2 cases from one of the related articles to understand why such a misunderstanding is happening.¹⁷ **A**, Maxillary superimposition of the case 2 in this article. The original angle of the figure in the paper was maintained for the sake of understanding. **B**, When the maxillary superimposition was rotated to the occlusal plane before treatment, you can see the extrusion of maxillary incisor, intrusion of maxillary molar, and the clockwise rotation of whole maxillary dentition. **C**, Maxillary superimposition of the case 3 in this article. The original angle of the figure in the paper was maintained for the sake of understanding. **D**, When the maxillary superimposition was rotated to the occlusal plane before treatment, you can see the extrusion of maxillary incisor, intrusion of maxillary molar, and the clockwise rotation of whole maxillary dentition also in this case.

히 긴 레버 암(lever arm)을 사용하거나^{19,20} 견인력의 방향을 수직적으로 만들기 위해 OMI의 위치를 전상방에 심거나⁶ 혹은 다수의 OMI를 사용해야 한다.²¹

상악 전치 노출도(incisal display)와 미소 궁(smile arc)의 변화

환자의 상악 교합평면이 반시계 방향으로 회전하였기 때문에, 상악 전치의 노출도(upper incisor to stomion, 2.2 mm에서 -1.0 mm로 감소)와 FH에 대한 상악 교합평면각(upper occlusal plane to FH, 14.2°에서 5.8°로 감소)이 모두 크게 줄어들었고, 이로 인하여 평평한 미소 궁(flat smile arc)이 만들어졌다. 상악 전치의 노출도나 미소궁이라는 측면에서만 평가했을 때에는 치료 전의 상태가 정상 범위라 할 수 있으며, 교정치료로 오히려 심미성이 떨어졌다고도 할 수 있다.

상악 구치부 전방 견인을 하려고 할 때 이러한 교합평면의 회전을 줄이고자 한다면, 전치부를 후방 견인할 때와 마찬가지로 상악 치열의 저항중심을 고려하여 전방 견인력을 가하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 상당히 상방에 견인력을 위치시키거나, 수직적

인 방향으로 견인력을 가하여 전체 치열이 전상방으로 이동하도록 유도하는 방법 등을 생각해볼 수 있다 (Figure 13).

이 증례에서 교합평면이 회전하는 부작용을 치료과정에서 예상하거나 중간에 발견하지 못하였는데, 이렇게 전후방적으로 복잡한 치아이동을 해야 하는 증례에서는 치료 중간에 두부측방사선사진과 얼굴 사진을 촬영하여 변화의 양상을 확인하고 환자와 의논하여 치료방법을 조정한다면 더 만족스러운 치료결과를 얻을 수 있을 것이다.

OMI의 탈락

최근의 체계적 문헌 고찰(systematic review)을 살펴보면 평균 13.5%의 OMI가 치료 중 실패하며, 하악에서의 실패율이 조금 더 높았다(평균 16.5%).²² 아직까지 OMI의 탈락을 미리 예상하거나 완전히 예방할 방법은 알려져 있지 않으므로 환자에게 실패 가능성을 미리 충분히 고지할 필요가 있다. 이 환자와 같이 내원이 불규칙하여 재식립 자체에 어려움이 있는 환자에서 OMI의 탈락이 발생하는 경우 치료결과에 상당한 영향을 미칠 수 있으므로, 만약 이러한 환자를 치

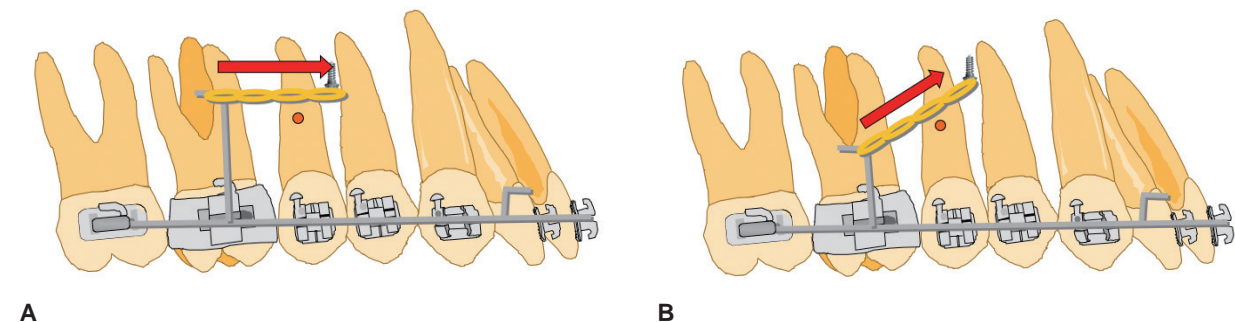


Figure 13. To minimize the side effect of rotating the occlusal plane while pulling the maxillary posterior teeth forward, the pulling force should be located as close to the center of resistance of the maxillary dentition as possible. **A,** The rotational effect of the occlusal plane will be minimized if anterior traction force vector is placed near the CR of the maxillary dentition using transpalatal arch and palatal OMI as in this figure. **B,** As shown in the figure, by the shorter TPA and the palatal OMI, protraction force vector can be placed near the CR of upper dentition and may produce the upward and forward movement of the upper dentition. CR: center of resistance, OMI: orthodontic mini-implant.

료하는 중 탈락이 발생하면 환자와 상의하여 재식립 시 다수의 OMI를 여러 부위(buccal shelf, ascending ramus 등)에 한번에 식립하여 성공률을 높여보는 방법을 고려해볼 수 있을 것이다.

치료 후의 안정성

모든 교정적 치아 이동 후에는 재발의 가능성이 있다. 이 환자의 경우 특히 상악 좌측에서 많은 양의 구치부 전방이동이 있었으므로, 소구치 발치 부위의 공간이 다시 재발할 가능성이 상당 기간 있을 것으로 예상된다. 다만 전치의 후방 이동량은 거의 없었기 때문에 전치부를 후방 이동시켰을 때 걱정할 수 있는 혀의 압력 증가와 연관된 재발요인은 크게 문제되지 않을 것 같다. 전치부나 구치부의 수직적 이동량 역시 재발 가능성이 있을 것으로 생각되며, 이로 인해 개방교합이 생길 가능성이 있다. 그러나 환자가 교정치료 전 악관절질환 증상이 있었기 때문에, 따로 이 악물기와 같은 운동요법²³은 시도하지 않았고, 식사할 때 더 오래 씹으라고 교육하고 혀와 입술 깨물기 등 습관에 대한 교육을 시행하였다.

결론

다수의 치아 결손과 Ⅲ급 구치 및 견치 관계, 전치부 개방교합을 보이는 환자가 모든 결손 부위를 교정치료로 폐쇄하기 위하여, OMI를 이용해 상악 구치의 전방 견인과 하악 전치의 후방 견인을 시행하였다. 치료과정에서 교합 평면의 반시계 방향 회전이 일어난 것으로 미루어 볼 때, 상악 구치의 전방 견인력이 CR의 하방을 지나는 경우 구치의 정출과 전치의 함입이 일어난다는 것을 알 수 있었다. 교합평면이나 전치 노출도의 변화를 원치 않는다면 견인력이 CR을 지날 수 있도록 세밀한 역학적인 고려가 필요할 것이다.

REFERENCES

1. Nanda R, Goldin B. Biomechanical approaches to the study of alterations of facial morphology. *Am J Orthod* 1980;78:213-226.
2. Nanda R. Biomechanical and clinical considerations of a modified protraction headgear. *Am J Orthod* 1980;78:125-139.
3. Vanden Bulcke MM, Burstone CJ, Sachdeva RC, Dermaut LR. Location of the centers of resistance for anterior teeth during retraction using the laser reflection technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:375-384.
4. Jung MH, Kim TW. Biomechanical considerations in treatment with miniscrew anchorage. Part 1: the sagittal plane. *J Clin Orthod* 2008;42:79-83.
5. Bechtold TE, Kim JW, Choi TH, Park YC, Lee KJ. Distalization pattern of the maxillary arch depending on the number of orthodontic miniscrews. *Angle Orthod* 2013;83:266-273.
6. Lee KJ, Park YC, Hwang CJ, Kim YJ, Choi TH, Yoo HM, Kyung SH. Displacement pattern of the maxillary arch depending on miniscrew position in sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:224-232.
7. Nanda R, Upadhyay M. Skeletal and dental considerations in orthodontic treatment mechanics: a contemporary view. *Eur J Orthod* 2013;35:634-643.
8. Upadhyay M, Yadav S, Nagaraj K, Nanda R. Dentoskeletal and soft tissue effects of mini-implants in Class II division 1 patients. *Angle Orthod* 2009;79:240-247.
9. Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2009;79:284-291.
10. Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Yamashiro T. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal interradicular region. *Angle Orthod* 2009;79:78-84.
11. Carrière L. Nonsurgical correction of severe skeletal class III malocclusion. *J Clin Orthod* 2016;50:216-230.
12. Arruda MBP. Angle Class III malocclusion with anteroposterior and vertical discrepancy in the final stage of growth. *Dental Press J Orthod* 2017;22:109-118.
13. Ning F, Duan Y. Camouflage treatment in adult skeletal Class III cases by extraction of two lower premolars.

- Korean J Orthod 2010;40:349-357.
14. Jung MH, Kim TW. Biomechanical considerations in treatment with miniscrew anchorage. Part 3: clinical cases. J Clin Orthod 2008;42:329-337; quiz 339.
15. Baik UB, Chun YS, Jung MH, Sugawara J. Protraction of mandibular second and third molars into missing first molar spaces for a patient with an anterior open bite and anterior spacing. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141:783-795.
16. Park HS, Lee SK, Kwon OW. Group distal movement of teeth using microscREW implant anchorage. Angle Orthod 2005;75:602-609.
17. Upadhyay M, Yadav S, Nanda R. Vertical-dimension control during en-masse retraction with mini-implant anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;138:96-108.
18. Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microscREW implants. Angle Orthod 2004;74:539-549.
19. Sung EH, Kim SJ, Chun YS, Park YC, Yu HS, Lee KJ. Distalization pattern of whole maxillary dentition according to force application points. Korean J Orthod 2015;45:20-28.
20. Hong RK, Heo JM, Ha YK. Lever-arm and mini-implant system for anterior torque control during retraction in lingual orthodontic treatment. Angle Orthod 2005;75:129-141.
21. Baek ES, Hwang S, Kim KH, Chung CJ. Total intrusion and distalization of the maxillary arch to improve smile esthetics. Korean J Orthod 2017;47:59-73.
22. Alharbi F, Almuzian M, Bearn D. Miniscrews failure rate in orthodontics: systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod 2018;40:519-530.
23. Paik CH, McComb R, Hong C. Differential molar intrusion with skeletal anchorage in open-bite treatment. J Clin Orthod 2016;50:276-289.

골격성 II급 성장기 환자에서 과개교합 개선 후 하악의 자발적인 성장

송근수,¹ 이협수,² 최동순,³ 장인산,³ 차봉근³가지런이 치과교정과 치과의원,¹ 이앤장 치과교정과 치과의원,² 강릉원주대학교 치과대학 치과교정학교실³Forward Mandibular Growth after Correction
of Deep Bite in Growing Patient with Skeletal Class IIGeun-Su Song,¹ Hyub-Soo Lee,² Dong-Soon Choi,³ Insan Jang,³ Bong-Kuen Cha³¹Gajirun E Orthodontic Dental Clinic, Jinju, Korea²Lee&Jang Orthodontic Dental Clinic, Daejeon, Korea³Department of Orthodontics, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Korea

ABSTRACT

A 9-year-old boy presented a skeletal Class II facial type, an uprighted upper incisors, and anterior deep bite. He received an interceptive orthodontic treatment using removable active plate with anterior bite block. After 8 months of treatment, the expansion of upper dental arch, labioversion of the upper incisors, decrease of anterior overbite was achieved. The forward growth of the mandible was spontaneously occurred, improving the skeletal Class II facial type and large anterior overjet. This case report presents and discusses the effect of anterior bite block applied in mixed dentition patient. (Clin J Korean Assoc Orthod 2019;9(2):97-105)

Key words Anterior bite block, Deep bite, Class II malocclusion, Mandibular growth

Dr. 송근수



Dr. 이협수



Dr. 최동순



Dr. 장인산



Dr. 차봉근

Corresponding author: Dong-Soon Choi
Department of Orthodontics, Gangneung-Wonju National University Dental Hospital,
7 Jukheon-gil, Gangneung 25457, Korea
Tel: +82-33-640-2759 E-mail: dschoi@gwnu.ac.kr

Received: May 4, 2019 / Revised: May 28, 2019 / Accepted: May 28, 2019

서론

일반적으로 하악 전치의 절단면은 상악 전치의 설면 결절에 약하게 접촉하며, 그 양은 대개 1-3 mm의 수직피개를 나타낸다. 수직피개가 정상보다 큰 경우를 과개교합이라 하며, 교정치료에 있어서 비교적 흔한 부정교합 중의 하나임에도 불구하고 과개교합은 장기적으로 관찰했을 때 재발률이 높아 성공적으로 치료하기 어려운 부정교합으로 인식되어 있다.^{1,2}

과개교합은 일반적으로 단안모 골격, 즉 짧은 전안면 고정, 긴 후안면 고정, 작은 하악각, 작은 하악 하연 평면각 등과 높은 상관성이 있으며,^{3,4} 교합적으로는 자유 간격이 크며, 깊은 스피만곡, 과맹출된 상악 전치, 저맹출된 하악 구치와 높은 상관성이 있다고 보고되었다.^{4,5} 그러나 장안모 골격인 경우에도 치아치조성 보상에 의해 과개교합이 발생할 수 있다.⁶

과개교합은 하악의 측방 및 전방 운동을 방해하여 측두하악관절장애의 원인이 되기도 하고,^{7,8} 하악의 전방 이동 잠재력을 저해한다고 주장되기도 하였다.⁹⁻¹¹ 이전의 연구에 의하면 전치부 수직피개는 정상교합자에서 성장과 증령에 따라 감소하는 것으로 알려졌다.^{7,12} 이는 과개교합 환자에서도 비슷하였지만, 감소하는 양은 약 1mm 정도로서 임상적으로 미미한 정도였다.¹³ 따라서 심한 과개교합은 전문가에 의한 치료가 필요한 부정교합이라고 생각된다.

과개교합의 치료는 환자의 골격 성장 패턴에 따라서 전치부 압하와 구치부 정출로 구분할 수 있다.¹⁴⁻¹⁷ 수평적인 골격 패턴, 즉 단안모 환자인 경우, Harvold 장치와 같은 가철성 장치나 고정성 장치와 더불어 구내용 고무줄을 사용하여 구치부의 정출을 유도함으로써 전치부의 과개교합을 개선하는 동시에 하안면 고정을 증가시킴으로써 안모의 심미성을 개선할 수 있다.¹⁶ 반면에 수직적인 성장을 보이는 장안모 환자인 경우 Burstone의 상악 전치 압하 호선이나 Ricketts의 하

악 전치 압하 호선을 이용하여 전치부의 과개교합을 개선하는 과정에서 하안면 고정이 증가되지 않도록 유지하는 것이 중요하다.^{14,15} 최근에는 골격성 고정원을 이용하여 더욱 효과적으로 전치부 압하와 하안면 고정 조절이 가능하다.¹⁸⁻²⁰

전치부 과개교합은 종종 골격성 II급 부정교합과 동반되어 나타나는데, 성장기 환자에서 악기능 장치를 이용하여 하악의 성장을 유도할 때 선결해야 하는 문제는 상·하악 전치 간의 간섭과 상·하악 악궁 폭경의 부조화이다. 때로는 과개교합을 개선하는 것, 즉 전치부의 간섭을 없애는 것만으로도 하악의 자발적인 전방 성장이 나타난다. Gugino와 Dus⁹는 과개교합이 동반된 II급 환자에서 전치부의 간섭을 해소하면 후퇴되었던 하악 과두의 위치가 더 중앙으로 이동하고, 이로 인해 하악의 정상 성장을 유도할 수 있다고 하였다. 또한 Woods^{10,11}는 혼합치열기의 I급, II급 부정교합 환자를 대상으로 한 연구에서, 심한 과개교합을 개선했던 군에서 B point와 pogonion의 전방 이동이 더 많았음을 관찰하였고, 이는 수평 성장 경향을 지닌 환자에서 더 뚜렷하게 나타났다고 하였다. 그는 이런 결과를 토대로 하악의 정상 성장을 위해서는 가급적 혼합치열기와 같은 이른 시기에 과개교합을 치료해야 한다고 주장하였다.

본 증례 보고는 가철성 교정장치를 이용하여 전치부 과개교합을 조기에 치료했던 혼합치열기의 성장기 환자를 소개하고자 한다. 이 환자에서 사용한 과개교합의 치료방법을 소개하고, 치료결과로 얻어진 전치와 구치의 수직적인 변화, 하안면고정의 변화, 그리고 하악의 전방 성장의 결과를 고찰하고자 한다.

진단

9세 0개월의 남자 환자로 “위 앞니가 옥니처럼 내려와 있어요”라는 주소로 내원하였다. 환자는 비염과 구

호흡의 병력이 있었다. 구외 소견으로는 얼굴 비대칭은 없었고, 약간 볼록한 측모와 함께 하악은 후퇴된 양상을 보였다(Figure 1). 구내 소견으로는 상·하 전치부의 크라우딩과 과개교합이 관찰되었고, 과개교합에 의해 상악 전치의 구개측 연조직에는 하악 전치의 압흔이 관찰되었다. 상악 중절치는 설측으로 직립되어 있었고, 구치관계는 양측 모두 II급 관계였다. 모델 분석 소견으로는 제1대구치 폭경이 상악에서는 47 mm, 하악에서는 51 mm로 상악 폭경이 하악보다 상대적으로 좁은 것으로 나타났다.

측면 두부방사선계측사진 분석 결과 SNA 79.4°, SNB 72.3°, ANB 7.1°로서 골격성 II급 부정교합이었고, mandibular plane angle (Go-Me to FH) 25.7°, gonial angle 117.1°로서 수평 성장 경향을 보였다(Figure 2, Table 1). 상악 전치는 심한 설측 경

사를 보였고(U1 to FH, 93.7°), IMPA는 90.9°로 하악 전치의 경사도는 정상이었다. 전치부 수직피개는 7.5 mm로 심한 과개교합이었고, 수평피개 역시 5.9 mm로 정상보다 컸다. 이상을 종합하여, 이 환자는 전치부 크라우딩 및 상악 전치부 설측 경사, 전치부 과개교합, 수평 성장 패턴을 지닌 상악궁이 협착된 골격성 II급 부정교합으로 진단되었다.

치료계획

치료목표는 (1) 협착된 상악궁을 확장하고, (2) 전치부 과개교합과 상악 전치의 설측 경사를 정상으로 개선하는 것, 이를 통해 (3) 구강 주위 근육들이 정상적으로 기능하고 하악이 정상적으로 성장할 수 있는 환경을 제공하는 것이었다.



Figure 1. Pretreatment intraoral and extraoral photographs (9 years old).

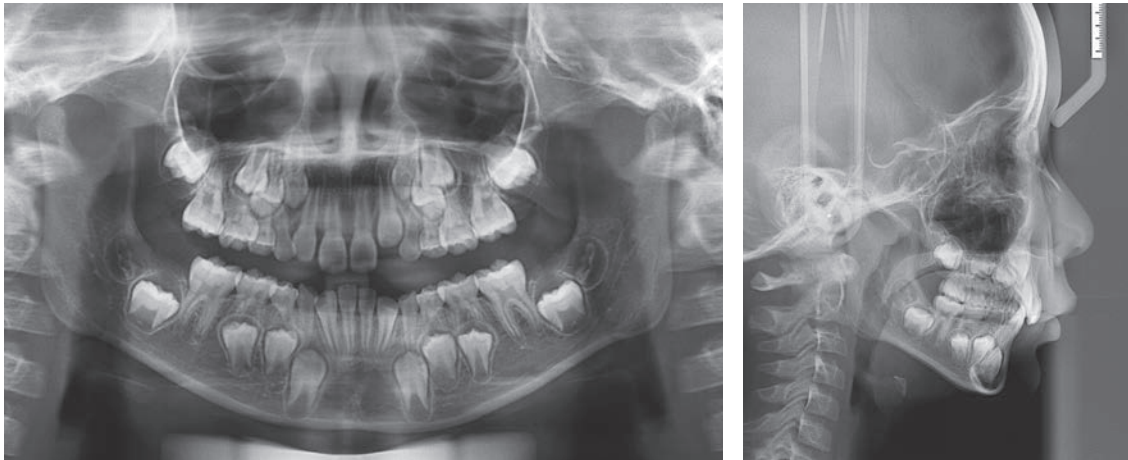


Figure 2. Pretreatment panoramic and lateral cephalometric radiographs (9 years old).

Table 1. Comparison of cephalometric measurements

	Norm	Pre-treatment (9 years)	Post-treatment (9 years 8 months)
SNA (°)	82.0	79.4	80.0
SNB (°)	80.0	72.3	74.0
ANB (°)	2.0	7.1	6.1
Mandibular plane angle (°)	25.1	25.7	26.4
Gonial angle (°)	130.0	117.1	118.1
Mx. 1 to FH plane (°)	111.0	93.7	101.0
Mn. 1 to mandibular plane (°)	90.0	90.0	93.6
Overbite (mm)	2.3	7.5	2.4
Overjet (mm)	3.2	5.9	3.2
Mandibular length (mm)	105.1	92.7	96.5
Pogonion to N⊥FH (mm)	-9.3	-12.7	-11.0
Lower anterior facial height (mm)	58.2	57.9	60.6
Facial axis (°)	86.0	83.1	84.2

위의 치료목표를 달성하기 위해 아래와 같은 치료 계획이 수립되었다. 상악에 전치부 교합 블록이 포함된 가철성 상교정장치(active plate)를 사용하여, (1) 상악궁의 측방 확장, (2) 하악 구치부의 차등적 맹출 유도, (3) 하악 전치부의 압하, (4) 핑거 스프링을 이용하여 상악 중절치의 순측 경사를 시키기로 하였다. (5) 상교정장치 치료 후, 재평가하여 필요하다면 II급 액티베이터를 사용하기로 계획하였다.

치료경과 및 결과

치료과정

상악에 전치부 교합 블록이 포함된 상교정장치를 장착하고, 1주일 후부터 확장 스크류를 매주 2번 돌려 측방 확장을 시작하였다(Figure 3). 치료시작 3개월 후, 마모된 전치부 교합 블록의 높이를 추가하고 핑거 스프링을 추가로 설계하기 위해 장치를 재제작하였다. 재장착하는 날부터 측방 확장과 함께 핑거 스프링을

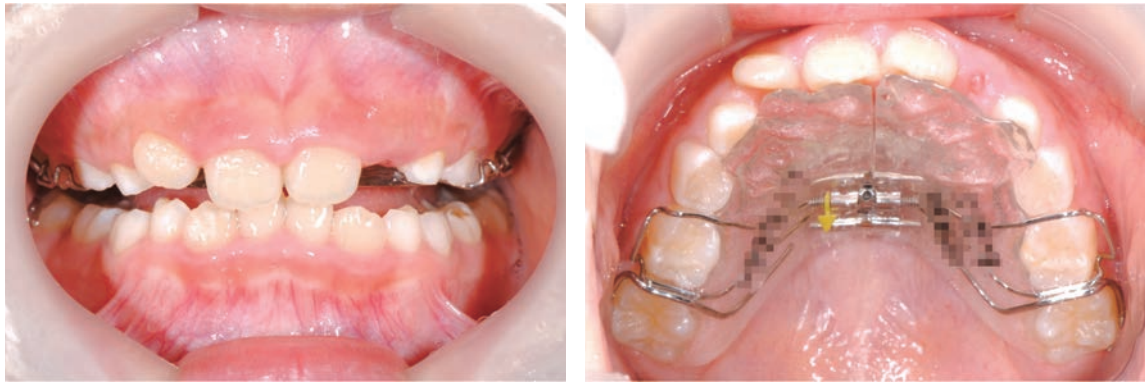


Figure 3. Initiation of treatment using the removable active plate with anterior bite block.



Figure 4. After 5 months of treatment.

활성화하여 상악 중절치의 순측 경사를 도모하였다. 치료시작 5개월 후, 전치부 과개교합의 개선과 하악의 전진이 일부 관찰되었고(Figure 4), 마모된 전치부 교합 블록을 다시 한 번 추가해주었다. 치료시작 8개월 후, 측방 확장을 종료하고 치료 결과를 유지하기 위해 장치를 야간에만 착용하도록 지시하였다.

치료 결과

Figure 5와 6은 가철성 상교정장치를 이용한 치료를 종료한 후 촬영한 구내·외 사진과 방사선사진이

다. 전치부의 수평피개와 수직피개가 모두 감소하였으며, 구치부 교합 관계는 II급에서 I급으로 개선되었다. 상악 확장으로 상악 전치부를 배열할 공간이 확보되었고, 구치부 폭경은 하악과 조화롭게 개선되었다. 측면 두부방사선계측사진 분석에서 SNB는 72.3°에서 74.0°으로 증가하여 II급 골격 관계가 다소 개선되었으며, 하악 평면각은 25.7°에서 26.4°, 우각부는 117.1°에서 118.1°로 약간 증가하였지만 큰 변화 없이 유지되었다(Figure 7, Table 1). 상악 전치의 각도(Mx, 1 to FH)는 93.7°에서 101.0°로 순측 경사되었다. 수직



Figure 5. Posttreatment intraoral photographs (9 years 8 months old).

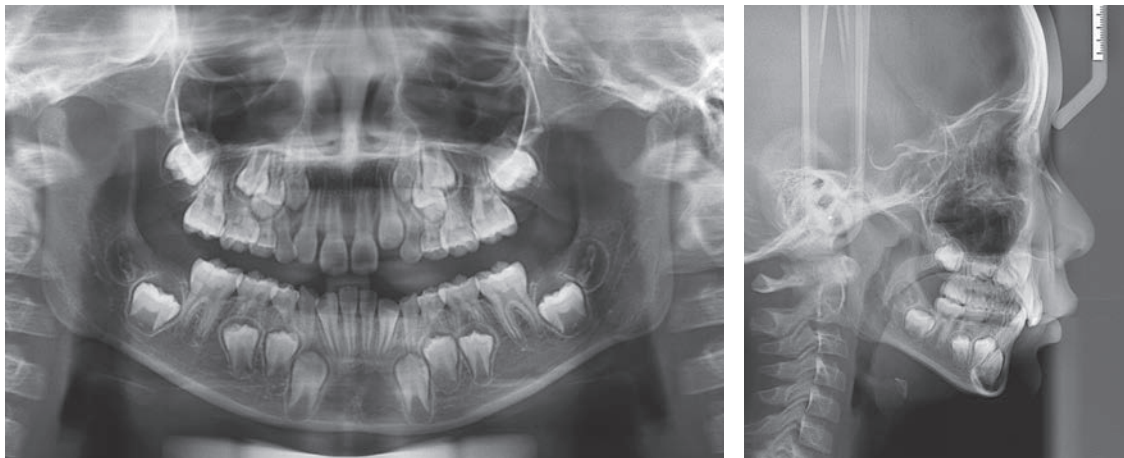


Figure 6. Posttreatment panoramic and cephalometric radiographs (9 years 8 months old).

피개는 7.5 mm에서 2.4 mm로 감소하였고, 수평피개는 5.9 mm에서 3.2 mm로 감소되었으며, 이순구는 알아졌다. 하악 길이(Co-Pog)는 92.7 mm에서 96.5 mm로 증가하였으며, pogonion의 위치(pogonion to N \perp FH)는 1.7 mm 전방으로 이동되었다. 하안면 고정(ANS-Me)은 57.9 mm에서 60.6 mm로 증가하였으나, 안면 축(facial axis)은 83.1°에서 84.2°로 하악의 성장 방향이 반시계 방향으로 오히려 약간 닫히

는 결과를 보여주었다. 하악골 중첩(XI point-PM at PM)에서 하악 전치의 맹출은 거의 없었고, 하악 구치부는 상대적으로 많은 맹출이 관찰되었다.

고찰

과개교합을 치료하는 방법에는 전치부 압하와 구치부 정출로 구분할 수 있다.¹⁴⁻¹⁷ 이 2가지 방법 중에 환

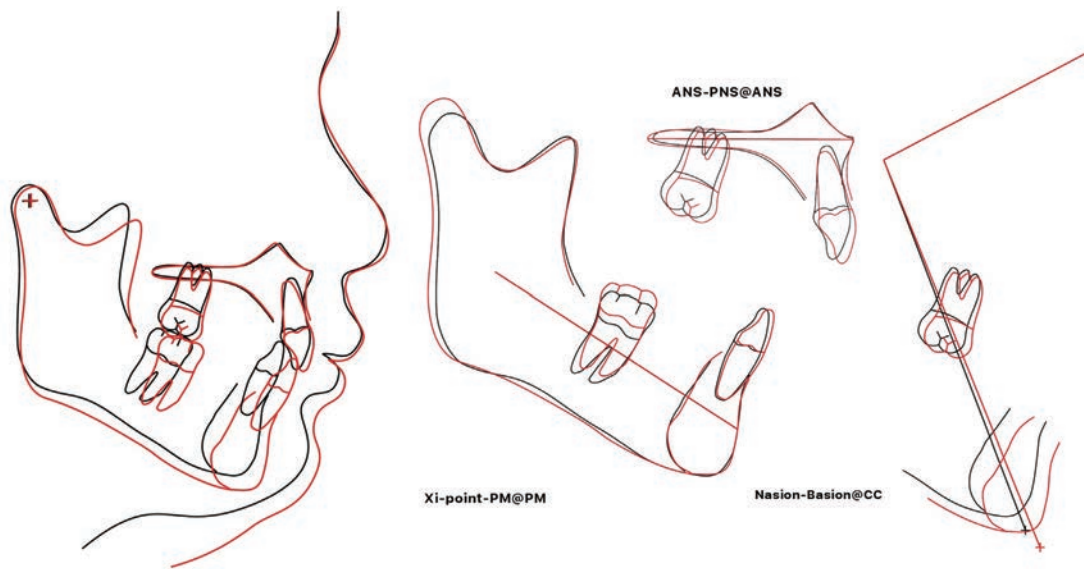


Figure 7. Superimposition of pretreatment (black) and posttreatment (red) cephalometric tracings.

자의 골격 성장 패턴에 따라서 치료방법이 결정되어야 한다. 본 환자는 수평적인 성장 경향을 보였기 때문에 전치부 교합 블록을 이용하여 구치부를 이개시킴으로써 가급적 구치부의 맹출을 유도하고자 하였다. 이를 통해 전치부의 과개교합을 개선하는 동시에 하안면 고경을 증가시켜서 안모의 심미성을 개선하고자 하였다. 혼합치열기의 단안모 환자였던 본 환자에서 사용한 전치부 교합 블록의 치료 효과를 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다. 구개평면에 대한 상악 중절치와 제1대구치까지의 거리는 각각 0.4 mm, 1.1 mm 증가하였고, 하악 하연 평면에 대한 하악 중절치까지의 거리는 거의 유지된 반면, 하악 제1대구치는 2.5 mm로 상당한 증가를 보여주었다. Forsberg와 Hellsing²¹에 의하면 혼합치열기의 과개교합 환자 20명을 대상으로 전치부 교합 블록을 사용했을 때, 구개평면에 대한 상악 전치의 거리는 거의 유지, 상악 구치는 평균 1.3 mm 증가하였고, 하악 하연 평면에 대한 하악 전치의 거리는 거의 유지, 하악 구치의 거리는 평균 1.4 mm 증가하였다고 보고하였다. 그들의 연구와 본 증례를 비교할

때 전치의 맹출 억제와 구치의 맹출 유도 효과는 동일하였지만, 상·하악 구치의 맹출량은 다소 차이를 보였는데, 그들은 상악 제1대구치에 설측 호선으로 연결되는 고정성 전치부 교합 블록을 사용하였고, 본 증례에서는 상악 제2유구치와 제1대구치에 클래스프가 장착되는 가철성 장치를 사용하였기 때문에, 이런 장치의 차이가 상·하악 구치의 맹출량에 차이를 만들었을 수 있다.

본 환자에서 전치부 교합 블록으로 인한 골격적인 효과로서 하안면 고경이 증가하였다. 일반적으로 단기간에 하안면 고경이 증가했다면, 하악의 시계 방향 회전을 예상할 수 있으나, 이 환자에서 안면 축은 83.1°에서 84.2°로 오히려 하악이 반시계 방향으로 약간 닫히는 결과를 관찰하였다. 이는 아마도 내재적인 환자의 심한 수평적인 성장 경향에 따른 결과라고 해석된다. 성장기 환자에서 치료 결과는 외재적인 치료 효과와 내재적인 환자의 성장 효과가 복합되어 나타나기 때문에 치료효과만을 구분하여 파악하기 어렵다. 그러나 최소한 그런 점을 감안한다면, 만약 이 환자에

서 전치부 교합 블록 치료를 하지 않았다면 하악은 훨씬 더 반시계 방향으로 회전하는 좋지 않은 결과가 발생하지 않았을까 하는 유추를 해 볼 수 있다. 이에 대해서는 전향적인 코호트 연구와 같은 추가적인 연구가 필요할 것이다.

Gugino와 Dus⁹에 의하면 전치부의 간섭을 제거함으로써 하악 과두의 위치를 더 중앙으로 옮길 수 있으며, 이로 인해 하악의 전방 이동을 유도할 수 있다고 하였다. 본 증례는 하악 과두의 위치를 정교하게 평가할 수 있는 방사선검사를 시행하지 않았으므로, 전치부의 과개교합 개선 직후에 일어났을 수도 있는 하악 과두의 전방 이동을 명확하게 확인할 수는 없었다. 다만, 치료시작 5개월째에 이미 상·하악 교합이 근심 교합 방향으로 변화가 발생하고 있다는 점으로 미루어 볼 때(Figure 4), 이런 단기간의 자발적인 교합 변화는 하악 과두의 전방 이동에 따른 하악위의 변화로 해석하는 것이 타당하다. Woods^{10,11}에 의하면 골격성 II급 환자에서 과개교합을 개선했을 때 하악의 전방 이동(B point와 Pogonion의 전방 이동)이 대조군에 비해 두드러지게 관찰되었다고 하였다. 이런 변화는 단순히 일시적인 하악위의 변화는 아닐 것이다. 본 환자에서 하악의 Pogonion은 1.7 mm 전방 이동, SNB는 1.7° 증가하여 하악의 전진이 이루어졌음을 보여주는 데, 이와 동시에 두부측측방사선사진 중첩에서 하악 과두의 위치는 아주 약간만 전방 이동이 관찰되고, 실제적으로 하악의 길이(Co-Pog)가 3.8 mm 증가하였다. 본 환자에서 8개월 동안에 관찰된 하악의 길이 증가(Co-Pog, 3.8 mm)는 Jeong과 Hwang²²이 보고한 한국인 정상교합 남아의 9-10세 동안 관찰된 하악의 평균적인 길이(Co-Gn) 성장량 0.958 mm보다 많고, Sung 등²³이 보고한 8.5-9.5세 동안에 관찰된 하악의 길이(Ar-Pog) 성장량 1.8 mm보다도 많은 양이다. 본 증례의 경우 상교정장치 치료 이후에 추가적인 II급 악정형장치도 미리 계획했었다. 그러나 상악 전치

를 전방 경사시키는 치료를 하였음에도 불구하고, 하악의 자발적인 전방 성장에 의해 수평피개는 5.9 mm에서 3.2 mm로 오히려 감소되었고, 따라서 추가적인 II급 악정형장치는 일단 보류하게 되었다.

본 증례는 혼합치열기 초기 환자에서 8개월이라는 단기간 동안에 전치부 과개교합을 개선함으로써 하악의 자발적인 성장이 유도되어 골격성 II급 부정교합과 전치부 수평피개가 개선된 것을 보여주었다. 이로 미루어 볼 때 하악의 성장은 전치부의 교합 간섭에 의해 억제될 수 있다고 생각되며, 따라서 조기에 개선하는 것이 필요하다고 생각한다. 참고로 성장기에 이워지는 하악에 대한 악정형 치료가 장기적으로 하악의 성장을 유도하는지에 대해서는 장기적 효과가 있다는 문헌도 있으나,^{24,25} 반대로 장기적인 효과는 없다는 문헌도 있다.²⁶ 본 증례도 장기적인 관찰 결과가 아니기 때문에 향후 추가적인 관찰이 필요할 것으로 생각한다.

결론

본 증례는 혼합치열기 초기의 성장기 환자에서 8개월간의 전치부의 과개교합을 개선하는 치료를 통해 자발적으로 골격성 II급 부정교합과 전치부 수평피개가 개선되는 것을 보여주었다. 하악의 전방 성장이 일시적인지 장기적인지는 추가 관찰이 필요하지만, 과개교합을 동반한 골격성 II급 부정교합을 갖는 성장기 아동에서 조기에 과개교합을 치료하는 것은 II급 부정교합의 치료에 도움이 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Mershon JV. Possibilities and limitations in the treatment of closed-bites. *Int J Orthod Oral Surg* 1937;23:581-589.
2. Lapatki BG, Klatt A, Schulte-Mönting J, Stein S, Jonas IE. A retrospective cephalometric study for the quantitative assessment of relapse factors in cover-bite

- treatment. *J Orofac Orthop* 2004;65:475-488.
3. El-Dawlatly MM, Fayed MM, Mostafa YA. Deep overbite malocclusion: analysis of the underlying components. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:473-480.
 4. Beckmann SH, Kuitert RB, Prahl-Andersen B, Segner D, The RP, Tuinzing DB. Alveolar and skeletal dimensions associated with overbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:443-452.
 5. Prakash P, Margolis HI. Dento-craniofacial relations in varying degrees of overbite. *Am J Orthod* 1952;38:657-673.
 6. Hering K, Ruf S, Panherz H. Orthodontic treatment of openbite and deepbite high-angle malocclusions. *Angle Orthod* 1999;69:470-477.
 7. Bergersen EO. A longitudinal study of anterior vertical overbite from eight to twenty years of age. *Angle Orthod* 1988;58:237-256.
 8. Sonnesen L, Svensson P. Temporomandibular disorders and psychological status in adult patients with a deep bite. *Eur J Orthod* 2008;30:621-629.
 9. Gugino CF, Dus I. Unlocking orthodontic malocclusions: an interplay between form and function. *Semin Orthod* 1998;4:246-255.
 10. Woods M. Overbite correction and sagittal changes: late mixed-dentition treatment effects. *Aust Orthod J* 2001;17:69-80.
 11. Woods MG. Sagittal mandibular changes with overbite correction in subjects with different mandibular growth directions: late mixed-dentition treatment effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:388-394.
 12. Bishara SE, Jakobsen JR. Changes in overbite and face height from 5 to 45 years of age in normal subjects. *Angle Orthod* 1998;68:209-216.
 13. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Longitudinal growth changes in subjects with deepbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:202-209.
 14. Burstone CR. Deep overbite correction by intrusion. *Am J Orthod* 1977;72:1-22.
 15. Dake ML, Sinclair PM. A comparison of the Ricketts and Tweed-type arch leveling techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:72-78.
 16. Ball JV, Hunt NP. The effect of Andresen, Harvold, and Begg treatment on overbite and molar eruption. *Eur J Orthod* 1991;13:53-58.
 17. Schudy FF. The control of vertical overbite in clinical orthodontics. *Angle Orthod* 1968;38:19-39.
 18. Paik CH, Ahn SJ, Nahm DS. Correction of Class II deep overbite and dental and skeletal asymmetry with 2 types of palatal miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(4 Suppl):S106-S116.
 19. Aras I, Tuncer AV. Comparison of anterior and posterior mini-implant-assisted maxillary incisor intrusion: Root resorption and treatment efficiency. *Angle Orthod* 2016;86:746-752.
 20. Jung MH. Vertical control of a Class II deep bite malocclusion with the use of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019;155:264-275.
 21. Forsberg CM, Hellsing E. The effect of a lingual arch appliance with anterior bite plane in deep overbite correction. *Eur J Orthod* 1984;6:107-115.
 22. Jeong M, Hwang CJ. Semi-longitudinal study on growth development of children aged 6 to 16. *Korean J Orthod* 1999;29:51-72.
 23. Sung JH, Kwon OW, Kyung HM, Park KD. Longitudinal data of craniofacial growth from lateral cephalometrics in Korean with normal occlusion. Seoul: Jeongwonsa; 2001.
 24. Faltin KJ, Faltin RM, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, McNamara JA Jr. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *Angle Orthod* 2003;73:221-230.
 25. Freeman DC, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Fränkel C. Long-term treatment effects of the FR-2 appliance of Fränkel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:570.e1-e6; discussion 570-571.
 26. 2005 AAO Council on Scientific Affairs (COSA). Functional appliances and long-term effects on mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:271-272.

횡적 부조화를 동반한 골격성 Ⅲ급 부정교합 성인 환자의 마이크로 임플란트 지지 구개 급속 확장장치를 이용한 절충 치료 치험례

장진웅, 오승욱, 김경아

경희대학교 치과대학 치의학전문대학원 치과교정학교실

Camouflage Treatment of a Skeletal Class III Adult Patient with Transverse Discrepancy Using a Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion

Jinung Jang, Seung-Wook Oh, Kyung-A Kim

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University, Seoul, Korea

ABSTRACT

In the Class III camouflage treatment approach, the transverse discrepancy and sagittal discrepancy should be considered. To solve these problems, tooth-anchored expanders and intermaxillary Class III elastics have been conventionally used, but they have several disadvantages. To overcome these disadvantages, the uses of skeletal anchorages for rapid maxillary expansion and total arch distalization have been reported. This case report presents the successful use of microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) and mandibular total distalization in a patient with a skeletal Class III malocclusion and transverse discrepancy. A microimplant-assisted rapid palatal expander was used to correct the transverse discrepancy, and a mandibular total distalization was conducted to achieve proper overjet and to improve the lip profile. As a result, a Class I occlusion with a favorable esthetic profile was achieved with no adverse effects. Therefore, microimplant-assisted rapid palatal expander and mandibular total distalization can be considered as an effective camouflage treatment for skeletal Class III malocclusion. (Clin J Korean Assoc Orthod 2019;9(2):106-116)

Key words Class III malocclusion, Transverse discrepancy, MARPE, Skeletal anchorage, Camouflage



Dr. 장진웅



Dr. 오승욱



Dr. 김경아

Corresponding author: Kyung-A Kim
Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University,
23 KyungHeedae-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea
Tel: +82-2-958-9390 E-mail: k2aortho@gmail.com
Received: May 9, 2019 / Revised: May 27, 2019 / Accepted: May 28, 2019

서론

골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서 시상적 부조화와 함께 협소한 상악 기저골과 상악궁을 특징으로 하는 횡적 부조화가 종종 동반되는데, 이로 인해 상악 치열의 크라우딩, 상악 구치부의 협측 경사, 하악 구치부의 설측 경사, 구치부 반대교합을 보일 수 있다.¹ 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자를 치료할 때 이러한 횡적 부조화와 시상적 부조화를 모두 고려하여야 한다.²

골격성 Ⅲ급 부정교합의 절충 치료에서 악골의 부조화를 보상하기 위해 치아를 이동시키는데, 골격과 측면 윤곽의 변화 없이 상악 절치의 전방 경사와 하악 절치의 후방 경사를 도모하는 치료를 포함한다.³ 전통적인 Ⅲ급 부정교합의 절충 치료는 Ⅲ급 고무줄을 이용하였고, 이는 교합 평면의 반시계방향 회전을 유발하

였다.⁴ 이러한 치료는 여러 가지 부가적인 문제점을 나타내는 한계를 가지고 있으며, 이러한 문제점을 개선하기 위해 마이크로 임플란트와 같은 골성 고정원을 이용하게 되었고, 그 종류와 식립 위치를 결정하기 위해서 치아 이동량과 방향 및 생역학을 고려해야 한다.

성장기 환자에서 협소한 상악골에 의한 횡적 부조화를 보이는 경우 전통적으로 치아 지지 급속구개확장장치를 이용하여 치료하였다.⁵ 그러나 이러한 방법은 성장이 완료된 성인에서 골격적 확장 효과보다는 치성 확장 효과가 더 커서 구치의 협측 경사 및 정출, 치은 퇴축, 협측 피질골의 천공(fenestration)과 같은 부작용이 보고되었다.^{6,7} 성인에서는 분절 르포르 골절단술(segmental Le Fort I osteotomy)과 surgically-assisted rapid palatal expansion(SARPE)과 같은 수술적인 방법이 제안되었다.^{8,9}



Figure 1. Pretreatment facial and intraoral photographs.

횡적 부조화가 존재하는 성인에서 비수술적인 치아 지지 구개급속확장의 한계를 극복하기 위해 골성 고정정을 이용한 마이크로 임플란트 지지 구개급속확장 장치를 이용해 성공적으로 치료한 증례와 연구가 보고되었다.^{10,11}

따라서 횡적 부조화를 동반한 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서 마이크로 임플란트 지지 구개 급속 확장과 하악의 전치열 후방 이동을 함께 적용하여 횡적인 문제와 전·후방적인 문제를 해결한 증례를 소개하고자 한다.

진단

18세 8개월의 남자 환자가 “앞니가 삐뚤삐뚤 해요”라는 주소로 내원하였다. 전신 및 치과 병력상 특이사항은 없었다. 구외 소견에서 전돌된 하악, 긴 인중, 입술 돌출감을 보였으며, 미소 시 전치 노출도가 부족하였다. 또한 이부가 4 mm 좌측으로 편위된 안면 비대칭을 나타내었다. 구내 소견에서 전치부와 구치부의 반대교합, 양측 Ⅲ급 구치 및 견치 관계, 상·하악 폭경

부조화, 상악 5 mm 정도의 중등도 크라우딩, 하악 2 mm 이내의 미약한 크라우딩, 1 mm 정도의 하악 치열 정중선의 좌측 편위가 관찰되었다(Figure 1). 또한 저위된 혀 자세와 혀 내밀기 습관을 관찰할 수 있었다.

측면 두부계측방사선사진 분석에서 골격성 Ⅲ급(SNA 82.0°, SNB 83.5°, ANB -1.5°)과 정상 발산형 패턴(Björk sum 390.5°, FMA 26.5°) 소견을 보였다. 상악 절치는 순측 경사(U1-FH 123.5°)를 보이며, 하악 절치의 경사 정도(IMPA 96.0°)는 정상 범주였다. 또한 상악 절치의 노출도가 부족하였으며(U1 to Stomion 1 mm), 구개평면에서 제1대구치 근심 교두까지 이르는 수직 거리는 27 mm로 상악 구치부 과성장을 나타내었다(Table 1). 파노라마방사선사진에서 매복된 양측 상·하악 제3대구치가 관찰되었다(Figure 2).

콘빔 전산화단층촬영 영상을 분석한 결과, Yonsei Transverse Index(YTI)가 -4.3 mm로 상·하악의 횡적 부조화를 확인할 수 있었고, 상악 제2대구치의 협측 경사와 하악 제2대구치의 설측 경사를 관찰할 수 있었다(Figure 3).¹²

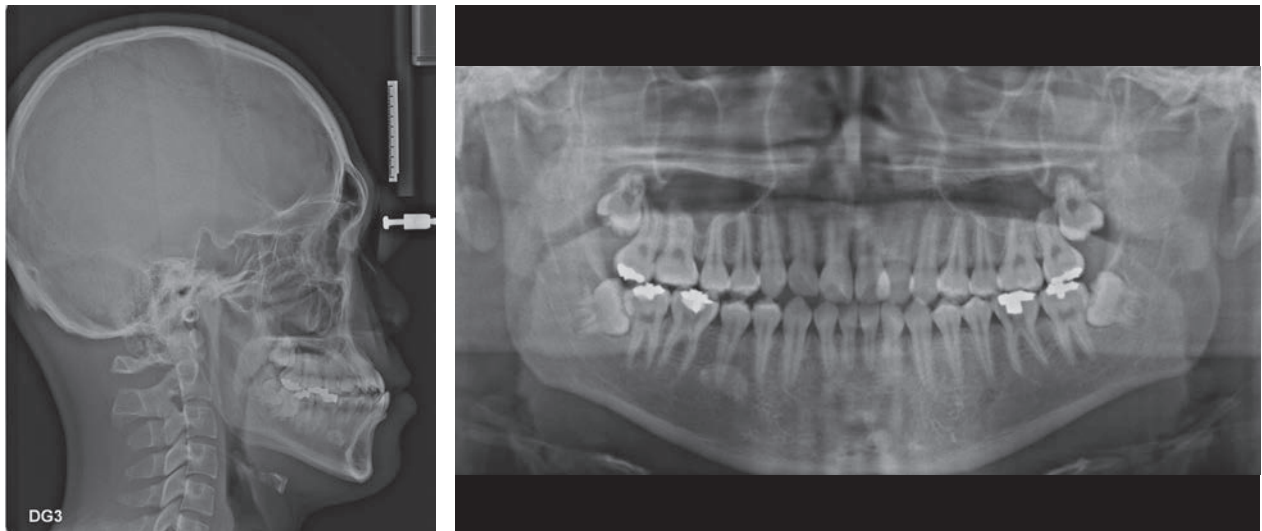
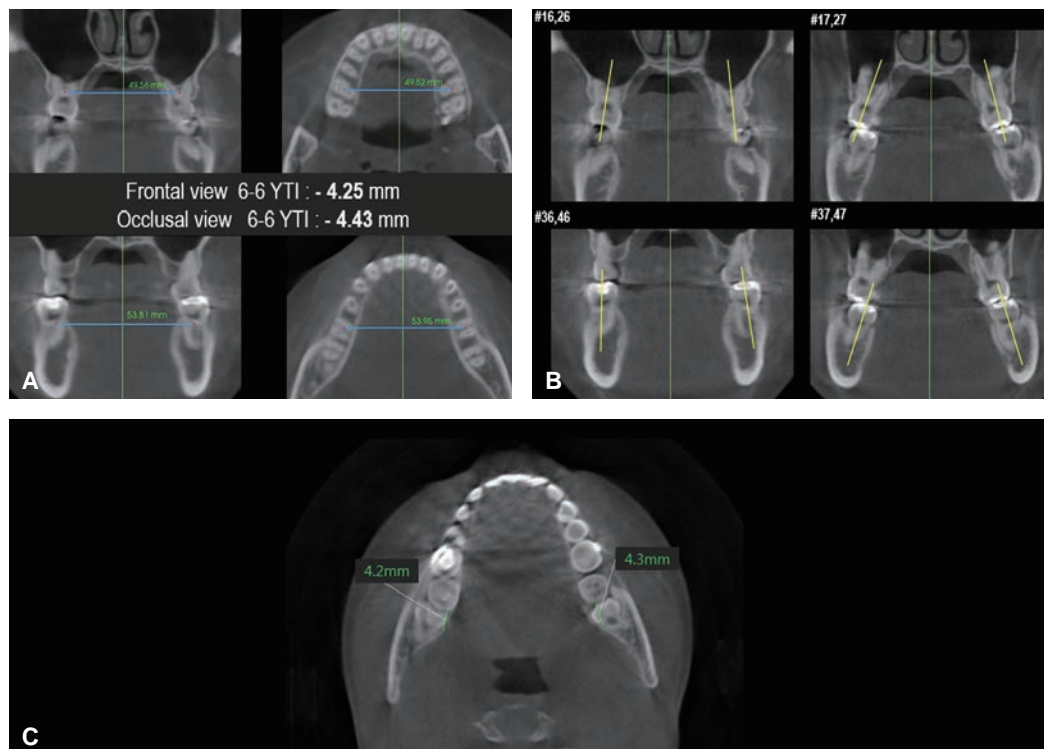


Figure 2. Pretreatment lateral cephalogram and panoramic radiograph.

Table 1. Pretreatment and posttreatment cephalometric measurement

	Mean	Initial	Final
Divergency			
Sum (°)	395.7	390.5	391.0
PFH/AFH (%)	70	69.5	69.0
OP–FH (°)	5.9	3.5	3.0
MP–FH (°)	25.4	26.5	27.0
Maxilla–mandible relation			
ANB (°)	2.8	–1.5	–0.1
APDI (°)	85.8	99.5	99.0
Maxilla			
SNA (°)	81.7	82	82
N perp–Pt. A (mm)	2	–1.5	–1
Mandible			
SNB (°)	79	83.5	83
N perp–Pog (mm)	–0.3	0.5	0
Denture			
Interincisal angle (°)	128.3	113.5	117.0
U1–FH (°)	116.6	123.5	123.0
IMPA (°)	90.1	96.0	90.0
U6–PP (mm)	25	27	27
U1 exposure (mm)	4	0	1
L1–Apog (degree)	23.3	28.0	25.0
L1–Apog (mm)	4.5	12.5	10.0

**Figure 3.** CBCT images of Yonsei Transverse Index (A), teeth axis (B) and distance between lingual cortex and distal surface of mandibular 2nd molars (C).

치료계획

환자가 입술 돌출감에 대해 불만이 없고 상·하악 치열의 크라우딩이 심하지 않았기 때문에 구개 확장 및 하악의 전치열 후방 이동을 동반한 교정치료를 진행하기로 결정하였다. 측면 VTO에서 상악 치열의 크라우딩은 마이크로 임플란트 지지 구개확장을 통해 해소하여 상악 절치와 구치의 위치를 유지하고, 하악 절치와 하악 구치의 후방 이동량을 각각 2 mm, 2.5 mm로 설정하여 골성 고정원을 이용한 하악의 전치열 후방 이동을 계획하였다. 또한 정면 VTO에서 상악 구치부의 횡적 부조화와 치축 개선 및 재발을 고려하여 약 8 mm 정도의 확장을 계획하였다(Figure 4).

치료경과 및 결과

경과

횡적 부조화를 해결하기 위해 교정용 밴드를 이용하여 마이크로 임플란트 지지 구개급속확장장치(MSE, BioMaterials Korea Inc., Seoul, Korea)

를 좌·우 상악 제1대구치에 부착하고 직경 1.5 mm, 길이 11 mm인 마이크로 임플란트 4개를 확장장치의 마이크로 임플란트 삽입 슬롯을 통해 구개부에 식립하였다. 환자에게 하루에 1/4 회전을 지시하여 상악 골의 횡적 확장을 시도하였다. 확장 4주 후 상악 중절치 사이에 공간이 생겼고, occlusal topography를 통해 정중 구개 봉합 부위가 분리되어 양측으로 벌어진 것을 확인할 수 있었다. 구치부에서 양의 수평피개를 달성한 후에도 재발을 고려해 과교정을 시행하였다(Figure 5).

상악골의 확장을 시도하는 동안 하악 치열에 0.022-inch 슬롯의 preadjusted 에지와이즈 장치를 부착하여 0.014, 0.016, 0.018, 0.016×0.022 inch 나이티놀(NiTi) 호선으로 배열 및 레벨링을 약 4개월 동안 진행하였다. 양측 하악 제3대구치의 발치가 완료된 후 하악에 0.018×0.025 inch 스테인리스강 호선(stainless steel archwire)을 삽입하였고 Ⅲ급 고무줄 착용을 지시하였다.

상악골의 확장을 중단한 후 확장장치를 제거하지 않고 확장된 상악골을 지지하도록 유지하면서 상악

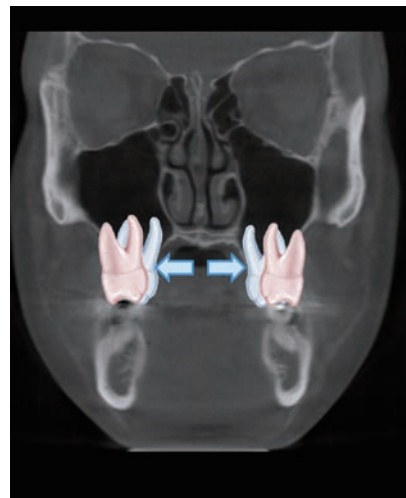
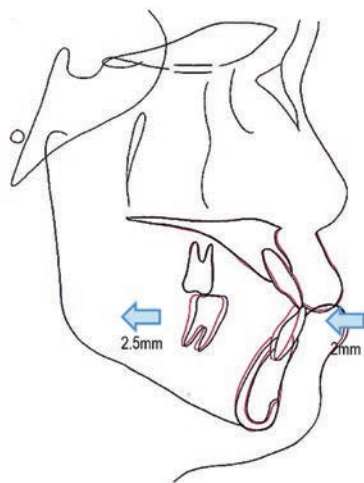


Figure 4. Lateral VTO and frontal VTO.

에 0.022-inch 슬롯의 preadjusted 에지와이즈 장치를 부착하고 0.014, 0.016, 0.018, 0.014×0.025, 0.018×0.025 inch 나이트놀 호선으로 배열 및 레벨링을 진행하였다. 상악골 확장 이후 확장장치에 의한 약 3개월의 유지기간을 거친 후 occlusal topography를 통해 정중 구개 봉합 부위의 골화를 확인하고 확장장치를 제거하였으며 구개호선을 장착하였다. 이후 0.019×0.025 inch 스테인리스강 호선을 삽입하여 치료과정을 진행하였다.

하악 전치열 후방 이동과 정중선 불일치 개선을 위해 좌·우측 제1소구치와 제1대구치 사이에 튜브 형태의 미니플레이트(C-Tube Plate, Jin Biomed Company, Bucheon, Korea)를 식립하였다. 하악 치열의 후방 이동 중 마이크로 임플란트의 풀림으로 우측 미

니플레이트를 제거한 후 후구치 원심부에 미니플레이트를 식립하였다. 후구치 원심부의 미니플레이트를 이용한 후방 견인력의 벡터는 교합 평면과 평행하고 측면에서 교합면 라인과 근접해 있어 제1소구치와 제1대구치 사이의 미니플레이트를 이용한 후방 견인력의 벡터와 다르다. 하악 좌측과 우측의 골성 고정원의 위치를 고려하여 하악 좌측의 치열궁을 좁히는 형태로 조정하면서 치료를 진행하였다.

약 8개월의 전치열 후방 이동 후 마무리 과정을 거쳐 장치를 제거하였다(Figure 6). 상·하악 전치부 설측에 고정식 유지장치를 부착하였고, 상악 가철식 환상 유지장치, 하악 혀올리기 장치(tongue elevator)를 24시간 착용하도록 환자에게 지시하였다. 총 치료 기간은 2년 4개월 소요되었다(Figures 7, 8).

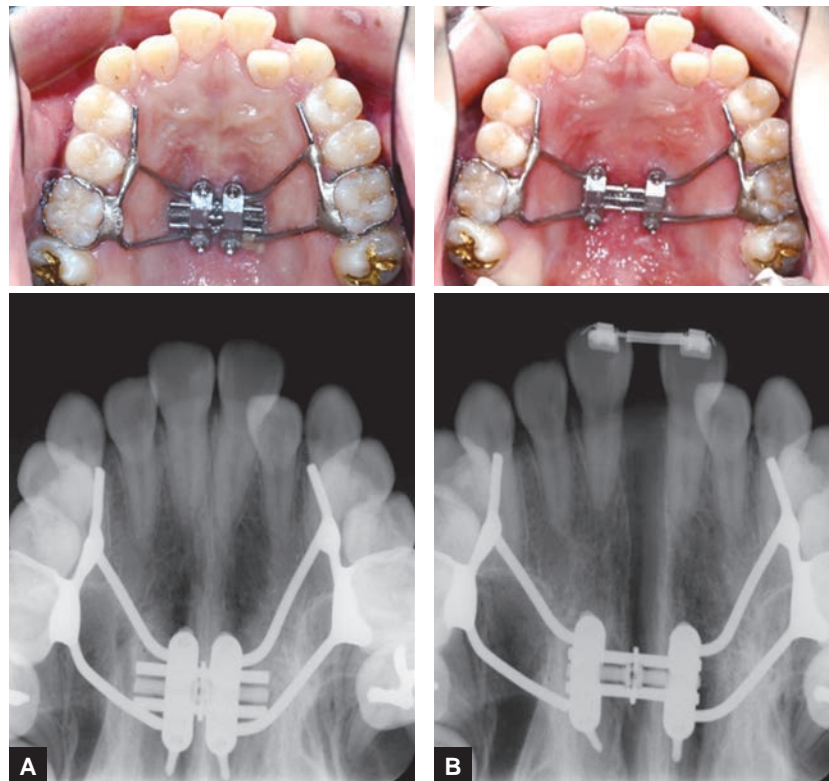


Figure 5. Intraoral photographs and occlusal topography at the start of MARPE (A) and 6 weeks after MARPE (B).



Figure 6. Intraoral photographs at 2 month (A), 5 months (B), and 8 months (C) after distalization.



Figure 7. Posttreatment facial and intraoral photographs.

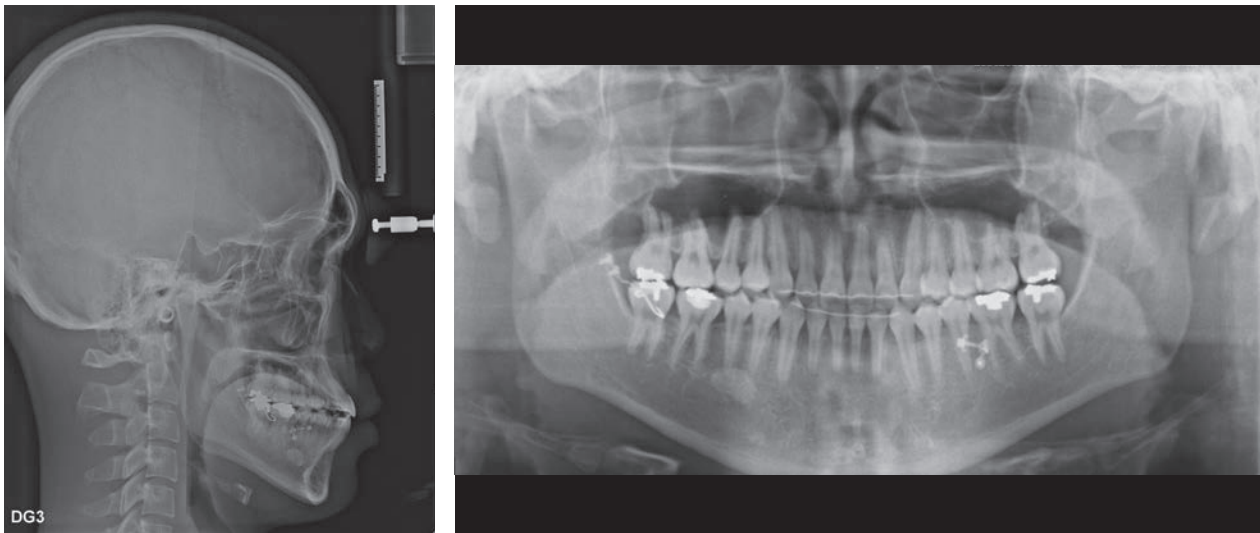


Figure 8. Posttreatment lateral cephalogram and panoramic radiography.

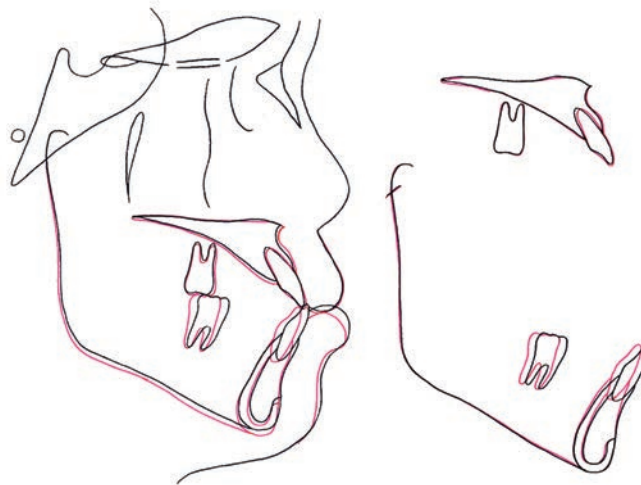


Figure 9. Pretreatment (black) and posttreatment (red) superimpositions.

치료결과

치료 후 구내사진에서 양측 I급 구치관계와 적절한 수직피개 및 수평피개, 정중선 일치를 보이고 있다. 구 외사진에서는 돌출되어 있던 하순이 후퇴되어 조화로운 안모를 보였다(Figure 7).

치료 전·후 측면 두부계측방사선사진의 중첩에서 (Figure 9) 하악 구치가 2.5 mm 후방으로 이동하고

하악골이 후하방으로 회전하여 상·하 절치가 양의 수평피개를 이룬 것을 볼 수 있었고, 계획한 하악의 전치열 후방 이동을 통해 전치부 반대교합이 해소되었음을 확인할 수 있었다.

상악골의 횡적 변화를 확인하기 위해 치료 전·후 콘빔 전산화단층촬영 영상을 중첩·비교한 결과(Figure 10), 상악골의 폭경 증가가 관찰되었고, 좌·우측 ju-

gal point 사이의 길이가 5.5 mm 증가되었으며, YTI가 +1.5로 측정되었다. 그에 따라 상·하악 구치부의 치축이 개선되고 구치부에서 양의 수평피개를 형성하여 상·하악골의 횡적 부조화가 해소되었음을 확인할 수 있었다.

고찰

본 증례에서는 구치부의 반대교합, 상악 치열의 중등도 크라우딩, 좁은 상악궁 둘레 길이, 상악 구치부의 협측 경사와 하악 구치부의 설측 경사, 좁고 높은 구개궁 및 콘빔 전산화단층촬영 영상의 계측을 통해 상·하악의 횡적 부조화를 진단하였다.^{12,13} Ⅲ급 부정교합 환자에서 횡적 부조화가 동반되는 경우 안정성 및 심미성의 문제를 야기하므로 치료계획에 포함시켜야 한다. 횡적 부조화를 해소하기 위해 상악골의 확장이 필요한데, 10대 후반에는 정중 구개 봉합 사이의 골성 브리지가 형성되어 치아 지지 급속구개확장장치를

를 이용한 상악골 확장에 한계가 존재한다.¹⁴ 환자의 연령이 10대 후반으로 구개급속확장장치 단독으로는 상악골의 횡적 확장에 한계가 있을 것으로 판단하였고, 또한 환자가 수술을 원하지 않아 수술을 동반한 구개확장은 제외시켰다. 비수술적인 방법으로서 골성 고정원을 이용한 마이크로 임플란트 지지 급속구개확장장치를 이용하여 상악골의 횡적 확장을 도모하였고, 이것은 치아가 아닌 기저골에 확장력을 직접적으로 적용시킬 수 있으므로 치아·치조성 효과를 최소화하고 골격성 효과를 극대화할 수 있다는 장점이 있다.

골격성 Ⅲ급 부정교합의 전·후방적인 문제를 해결하기 위해 하악의 전치열 후방 이동을 치료계획에 반영하였다. 콘빔 전산화단층촬영 영상을 통해 하악 양측의 제3대구치를 발치함으로써 하악체 설측 피질골까지의 공간을 이용하는 것이 가능함을 확인하였다. 하악의 전치열 후방 이동을 통한 구치부 이동량을 2.5 mm 정도로 예상하여, 치아의 이동에 따른 재식립 가능성을 줄이고 마이크로 임플란트보다 미니 플레이트

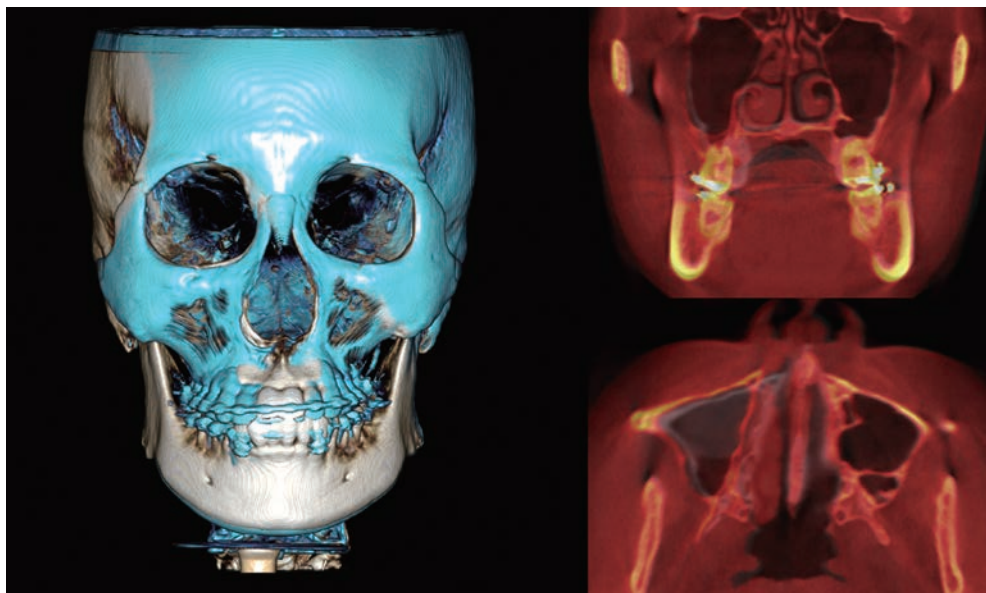


Figure 10. CBCT images of pre-expansion and post-expansion of palate (superimposition).

의 실패율이 현저히 낮은 것으로 보고되어 있어 튜브 형태의 미니 플레이트를 식립하였다.

전통적인 Ⅲ급 부정교합의 절충치료는 Ⅲ급 고무줄을 이용하여 교합평면의 반시계 방향 회전을 유도하였다. 그러나 이러한 치료는 상악 절치의 과도한 전방 경사로 인해 전치의 노출도가 감소하여 심미적인 문제점이 발생하고 하악 절치의 과도한 설측 경사는 치은 천공(fenestration) 또는 과도한 치은 퇴축을 발생시킬 수 있다. 또한 고정원의 상실로 인한 부가적인 문제가 발생할 수 있고 환자의 협조도에 따라 치료결과가 좌우된다는 단점이 있다.¹⁵ 이러한 단점을 개선하기 위해 마이크로 임플란트와 같은 골성 고정원을 이용하여 되었고, 골성 고정원의 위치에 따라 하악 구치의 정출과 함입을 조절할 수 있다. 치간 위치에 마이크로 임플란트를 식립하는 경우 2-3 mm 이상의 후방 이동을 위해서는 치열을 후방 이동시키는 중간에 임플란트의 위치를 변경하여 식립해야 한다. 치근에 영향을 덜 주는 후구치 원심부나 하악 제1, 2대구치 사이의 협봉에 미니플레이트를 식립하는 경우에는 재식립하는 것을 피할 수 있다. 또한 Kim 등¹⁶은 하악 치열의 후방 이동의 한계는 하악체의 설측 피질골이라고 하였으며, 정확한 평가를 위해 콘빔 전산화단층촬영 영상을 통한 분석을 추천하였다.

본 증례에서 하악 좌·우측의 골성 고정원의 위치가 다른 점을 고려했을 때 후구치 원심부의 미니플레이트를 이용한 후방 견인력은 제1소구치와 제1대구치 사이에 미니플레이트를 이용한 후방 견인력보다 협측 방향의 벡터를 최소화하였다.¹⁷ 하악 좌측 제1소구치와 제1대구치 사이의 미니플레이트를 이용한 견인력의 벡터에 의해 하악 좌측의 치열궁이 넓어지지 않도록 조절하면서 치열궁의 형태를 유지하였다.

결론

본 증례는 상·하악골의 횡적 부조화를 동반한 골격성 Ⅲ급 부정교합 성인 환자에서 마이크로 임플란트 지지 구개급속확장장치를 이용한 상악골의 확장과 미니플레이트를 이용한 하악의 전치열 후방 이동을 통해 전·후방적인 문제와 횡적인 문제를 해결하여 비수술적 방법으로 양호한 치료결과를 얻을 수 있음을 보여주었다.

REFERENCES

1. Ramires T, Maia RA, Barone JR. Nasal cavity changes and the respiratory standard after maxillary expansion. *Braz J Otorhinolaryngol* 2008;74:763-769.
2. Vanarsdall RL Jr. Transverse dimension and long-term stability. *Semin Orthod* 1999;5:171-180.
3. Profitt WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 4th ed. St. Louis: Mosby/Elsevier; 2007.
4. Hu H, Chen J, Guo J, Li F, Liu Z, He S, Zou S. Distalization of the mandibular dentition of an adult with a skeletal Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:854-862.
5. McNamara JA Jr, Brudon WL. Orthodontics and dentofacial orthopedics. Needham, MA: Needham Press; 2001.
6. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:8-9.
7. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:290-302.
8. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1995;10:75-96.
9. Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KG, Wolvius EB, Prah-Andersen B, Schulten AJ. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the

- literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34:709-714.
10. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:304.e1-e12; discussion 304-305.
11. Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW, Moon W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J Orthod* 2017;22:110-125.
12. Koo YJ, Choi SH, Keum BT, Yu HS, Hwang CJ, Melsen B, Lee KJ. Maxillomandibular arch width differences at estimated centers of resistance: comparison between normal occlusion and skeletal Class III malocclusion. *Korean J Orthod* 2017;47:167-175.
13. Sawchuk D, Currie K, Vich ML, Palomo JM, Flores-Mir C. Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: a systematic review. *Korean J Orthod* 2016;46:331-342.
14. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA Jr. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2001;71:343-350.
15. Sugawara J, Daimaruya T, Umemori M, Nagasaka H, Takahashi I, Kawamura H, Mitani H. Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:130-138.
16. Kim SJ, Choi TH, Baik HS, Park YC, Lee KJ. Mandibular posterior anatomic limit for molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;146:190-197.
17. Kook YA, Park JH, Bayome M, Kim S, Han E, Kim CH. Distalization of the mandibular dentition with a ramal plate for skeletal Class III malocclusion correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150:364-377.

횡적 부조화를 동반한 골격성 III급 부정교합 환자의 선수술 교정치료

이규형, 황현식, 조진형, 오민희, 이경민

전남대학교 치의학전문대학원 치과교정학교실

Surgery-First Approach of Adult Patient with Transverse Discrepancy and Skeletal Class III Malocclusion

Gyu-Hyeong Lee, Hyeon-Shik Hwang, Jin-Hyoung Cho, Min-Hee Oh, Kyung-Min Lee

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

Surgery-first approach without presurgical orthodontic treatment improve facial profile immediately after orthognathic surgery, however, stable occlusion is not obtained and it is difficult to predict the treatment result since the occlusion changes during postsurgical orthodontic treatment. This case report introduces the treatment with surgery-first approach of an adult patient with transverse discrepancy and skeletal Class III malocclusion using removable contraction appliance. The patient was satisfied with the immediate facial profile and functional occlusion improvement after going through surgery-first and 18-month of postsurgical orthodontic treatment. (Clin J Korean Assoc Orthod 2019;9(2):117-126)

Key words Surgery first, Maxillary transverse discrepancy, Class III malocclusion



Dr. 이 규 형



Dr. 황 현 식



Dr. 조 진 형



Dr. 오 민 희



Dr. 이 경 민

Corresponding author: Kyung-Min Lee

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, 33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Korea

Tel: +82-62-530-5658 E-mail: ortholkkm@jnu.ac.kr

Received: May 10, 2019 / Revised: May 23, 2019 / Accepted: May 24, 2019

서론

골격성 Ⅲ급 부정교합을 가지고 있는 성인 환자의 교정치료를 고려할 때, 치료 후 심미적 안모 및 기능적 교합을 얻기 위해 악교정 수술을 동반한 교정치료가 가장 좋은 선택이 될 수 있다. 최근 빠른 안모 개선을 원하는 악교정 수술 환자가 많아져 선수술 교정치료에 대한 관심과 빈도가 높아지고 있다.¹⁻³ 술전 교정 없이 수술을 먼저 진행하는 선수술 교정치료는 치료시작과 동시에 안모 개선을 얻을 수 있지만, 일반적인 악교정 수술 방식에 비해 수술 교합이 불안정하고, 술후 교정치료 과정에서 교합이 변하게 되므로 치료 결과를 예측하기 어렵다. 따라서 성공적인 선수술 교정치료를 위해 수술 교합 형성 시 발생하는 교합간섭에 의해, 수술 직후 나타나게 될 수직 고정 증가 및 교정치료가 진행되면서 나타나는 하악골의 위치 변화를 고려해 정확한 치아 및 악골의 이동량을 예측하여 수술계획에 반영해야 한다. 또한 수술 교합 형성 시 상악골의 폭경이 하악골에 비해 심하게 크거나 작은 경우 술후 교합 안정성이 떨어지기 때문에, 일반적으로 술전 교정 시 상·하악골의 폭경 부조화를 먼저 개선한 후 악교정 수술을 시행했었다. 본 증례 보고에서는 수술 교합 형성 시 넓은 상악골 폭경으로 인해 상·하악골 폭경 부조화를 보이는 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서 선수술 후 가철식 축소장치를 이용해 성공적으로 치료한 증례를 소개하고자 한다.

진단

26세 남자 환자로 “아래턱이 나왔어요”라는 주소로 내원하였다. 설소대단축증을 보였고, 특이할 만한 습관이나 턱관절 질환의 증상은 없었다. 구외 소견으로 측모는 약간 오목하고, 하악이 전돌된 안모를 보였다. 구내 소견으로 양측 모두 Ⅲ급 견치 및 구치 관계와 전

치부 반대교합 관계를 보였고, 상악 중절치 사이와 하악 좌측 견치와 제1소구치 사이에 공간이 있었다. 심한 스피 만곡과 하악의 전돌 및 좌측으로의 변이로 인해 대합치가 상실된 상악 우측 제2대구치가 과맹출되어 있었다. 치아 크기 분석 결과 하악 절치의 크기가 정상 범주보다 작았다. 또한 상악 중절치 교두 부분의 형태이상을 관찰할 수 있었다(Figure 1).

측면 두부계측방사선사진 분석 결과 SNA 85.0°, SNB 91.0°, ANB -6.0°로서 골격적 Ⅲ급 부정교합 관계를 보였고, 하악 평면각(SN/MP)은 26.5°로 수평적인 성장양상(low angle)을 보였다. 하악 전치 치축은 설측 경사되어 있었고, 저위된 혀 자세를 보였다(Figure 2A, Table 1). 정면 두부계측방사선사진 분석 결과 이부(menton)가 좌측으로 2° 정도 비대칭이 있었지만 정상 범주 내에 속했다(Figure 2B). 파노라마방사선사진에서는 상악 좌측 제1소구치가 근관 및 크라운 치료된 것을 확인할 수 있었다(Figure 3).

치료계획

환자의 주소인 하악전돌증을 개선하기 위해 악교정 수술을 동반한 교정치료를 계획하였다. 편평한 교합 평면과 하악전돌증을 개선하기 위해 상악골 후방부의 상방 이동을 동반한 하악골 후퇴술을 계획하였다. 환자가 내원 당시 취업 준비 중인 상태로 빠른 외모 개선을 위하여 환자의 요구에 따라 선수술을 시행하기로 계획하였다. 수술 교합을 형성해 본 결과 상악 좌측 견치의 근심회전으로 인해 하악 좌측 견치와 조기 접촉이 발생해 수직 고정이 증가하였다(Figure 4). 선수술을 위해 조기 접촉점을 삭제하여 보다 안정적인 수술 교합을 형성했다. 그리고 선수술에서는 특징적으로 교합간섭에 의한 구치부 수직 고정 증가를 관찰할 수 있는데, 술후 교정치료 동안 해소되면서 나타나게 될 하악골의 전방 이동량을 예측하여 수술 교합 형



Figure 1. Facial and intraoral photographs before treatment.

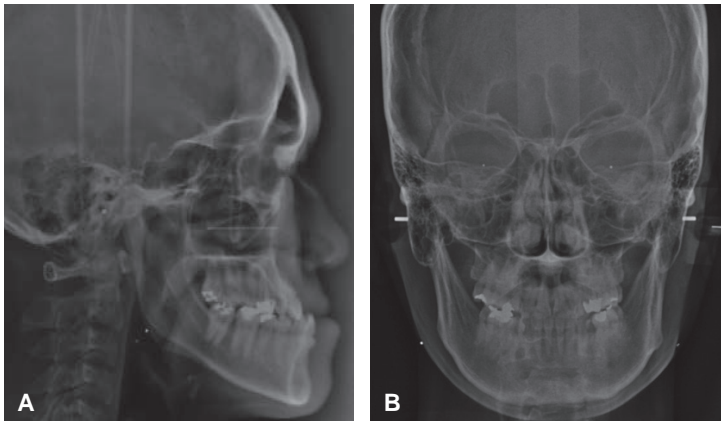


Figure 2. Lateral (A) and posteroanterior (B) cephalograms before treatment.

Table 1. Measurements of the lateral cephalogram before and after treatment

	Norm	Pre-treatment	Post-treatment
SNA (°)	81.9	85.0	86.0
SNB (°)	81.6	91.0 ↑ ↑ ↑	84.0 ↑
ANB (°)	3.0	-6.0 ↓ ↓ ↓	2.0
WITS (AO/BO) (mm)	-2.7	-16.0 ↓ ↓ ↓	-6.0 ↓
SN/MP (°)	34.0	26.5 ↓	28.5
U1 to SN (°)	107.0	112.0	112.0
IMPA (°)	95.9	74.5 ↓ ↓ ↓	88.0 ↓
Upper lip (mm)	1.0	-6.0 ↓ ↓ ↓	-2.0 ↓
Lower lip (mm)	2.0	1.0	-1.0 ↓

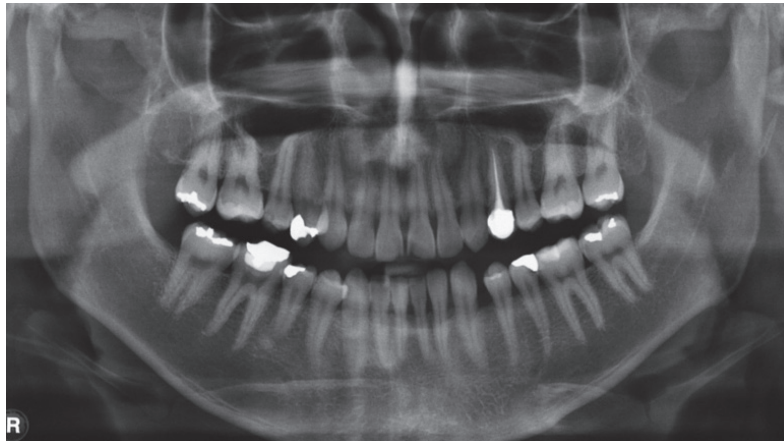


Figure 3. Panoramic radiograph before treatment.

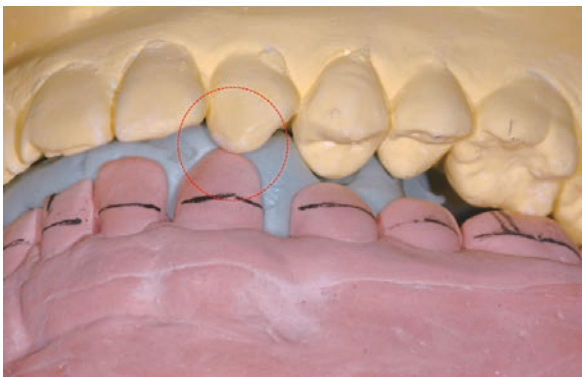


Figure 4. In surgical occlusion, premature contact between maxillary left and mandibular left canines.

성에 반영하였다. 또한 수술 교합 형성 시 수술 직후 하악에 비해 상악의 폭경이 큰 것을 확인할 수 있었는데(Figure 5), 전수술 후 하악골 안정화와 악골의 폭경 부조화 개선을 동시에 할 수 있도록 가철식 축소장치를 계획하였다.

치료경과 및 결과

상악골 후방부의 상방 이동을 동반한 하악골 후퇴술을 시행하였다. 상악골은 르포르 I급 골절단술(Le Fort I osteotomy)로 후방부를 5 mm 상

방 이동하였고, 하악골은 하악지 시상분할골절단술(sagittal split osteotomy; SSRO)로 우측 원심 골편을 10.0 mm, 좌측 원심 골편을 7.5 mm 후방 이동하였으며 골편은 플레이트와 미니 임플란트로 반강성(semi-rigid)으로 고정하였다. 수술용 스플린트(surgical splint)를 장착한 상태에서 3주간 약간 고정을 시행하였다(Figure 6A). 3주간의 약간 고정 후 전수술 프로토콜⁴에 따라 수술용 스플린트의 외측면에 레진벽(lateral resin wall)을 형성하여 가철식 형태의 가이드 스플린트로 변형시켜 줌으로써 원심 골편의 위치를 수술 시와 동일하게 유지하면서 개구 운동을 가능하게 하였다(Figure 6B). 이후 근·원심 골편 위치의 안정성을 평가하면서 5주째 하악 치아에 간접 부착 술식으로 교정장치를 부착함과 동시에 수술용 스플린트를 점진적으로 편평하게 조정하여 하악 치아 이동을 허용하면서 원심 골편의 안정화를 도모하였다(Figure 6C). 프로토콜에 따르면 9주째가 상악에 고정식 장치를 부착할 시기이지만, 본 환자의 경우 상악궁의 폭경이 하악궁에 비해 많이 넓어서 상악골 폭경을 먼저 개선할 필요가 있었다. 그래서 9주째 술 후 하악골 안정화와 상악골의 폭경 개선을 동시에 할 수 있도록 가철식 축소장치를 사용하였다(Figure 7). 장치

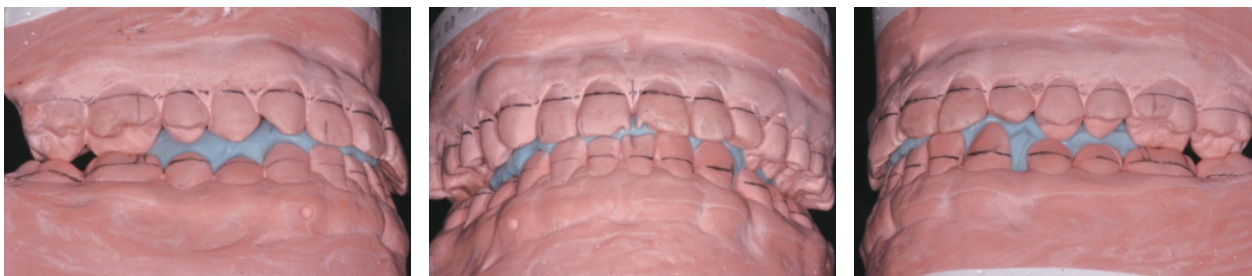


Figure 5. In surgical occlusion, transverse discrepancy of posterior teeth.



Figure 6. The adjustment progress of surgical splint: 3 weeks (A), 3 weeks, resin wall (B), 5 weeks, lower indirect bracket bonding (C).

의 확장나사는 3일에 1회 회전하도록 하였고, 부드러운 음식 섭취를 지시했다. 수술 후 3개월째, 원하는 만큼 상악골의 폭경이 개선되어 장치를 제거하고 상악에 간접 부착 술식을 이용해 교정장치를 부착하였다(Figure 8A). 수술 후 12개월째 치아배열이 완료되었고(Figure 8B), 치료를 마무리하기 전에 보존과로 의뢰해 상악 중절치 교두의 형태이상을 수정했다(Fig-

ure 8C). 공간 폐쇄와 마무리 과정을 거쳐 수술 후 1년 6개월째에 치료를 종료하였다(Figure 9). 치료 후 양측 I급 견치 및 구치 교합을 얻었고 전치부 반대교합과 과도한 스피 만곡이 개선되었다. 수술 직후 나타난 과도한 상·하악궁 폭경 부조화가 가철식 축소장치의 사용으로 개선되었다. 측모의 변화를 살펴보면, 수술 직후 하악골이 약간 후퇴된 양상을 보였지만, 수술 교정



Figure 7. Removable contraction appliance (A), before contraction (B), after contraction (C).



Figure 8. Orthodontic treatment progress: 3 months (A), 12 months, before restoration of maxillary central incisors (B), 12 months, after restoration of maxillary central incisors (C).

치료가 진행되면서 하악골의 반시계 방향 회전이 일어나 치료종료 시 심미적인 모습을 보였다(Figure 10). 측면 두부측측방사선사진 분석에서 ANB는 -6.0° 에서 $+2.0^\circ$ 로 증가했고, Wits appraisal이 -16.0 mm에서 -6.0 mm으로 증가했고, SN/MP가 26.5° 에서 28.5° 로 증가했고, 절치-하악 평면각(IMPA)은 74.5° 에서 88.0° 로 증가했다(Figure 11A). 파노라마방사선

사진에서 눈에 띄는 치근 흡수는 관찰되지 않았으며, 전반적으로 치근 평행이 적절해 보였다(Figure 11B). 초진 시와 치료종료 시의 상·하악골 및 치열의 중첩 결과, 초진 시 약간 평평했던 교합면이 개선되었고 하악 전치의 적절한 탈보상이 이루어진 것을 확인할 수 있었다(Figure 12).



Figure 9. The intraoral photographs after treatment.



Figure 10. The facial photographs. **A**, Pre-treatment. **B**, 3 weeks after surgery. **C**, 12 months after surgery. **D**, Post-treatment.

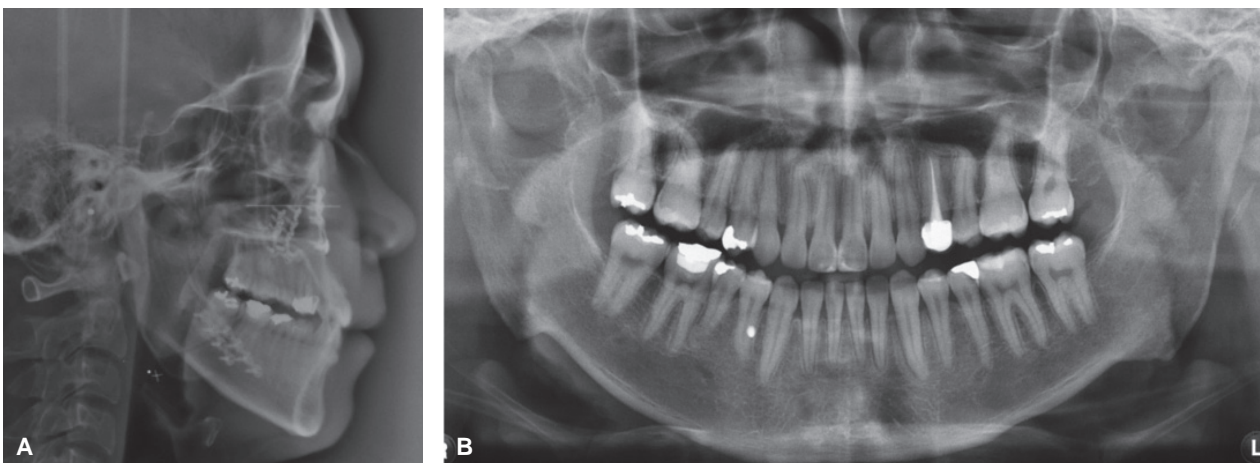


Figure 11. Lateral cephalogram (**A**) and panoramic radiograph (**B**) after treatment.

고찰

최근 부정교합만을 해소하기 위해 수술을 원하는 환자보다 심미적 안모 개선을 위해 수술을 선택하는 환자가 늘어나고 있다.¹ 그러나 대부분의 환자들은 통상적인 악교정 수술을 동반한 교정치료 동안 수술 전 치아의 탈보상으로 인한 안모와 교합의 일시적 악화, 긴 치료 기간 등으로 많은 불편감을 호소한다.⁵ 이러한 환자의 불편감을 반영하여 최근 술전 교정 없이 악교정 수술을 먼저 시행하고 교정치료를 진행하는 선수술 교정치료의 수요가 증가하고 있다. 선수술은 통상적인 악교정 수술과 달리 치료시작과 동시에 안모를 개선할 수 있다. 치료에 대한 환자의 삶의 질의 대한 만족도를 살펴보면, 술전 교정을 시행한 경우 치료 전에 비해 더 악화되었다가 수술 후 개선되는 반면, 선수술의 경우는 만족도의 악화 없이 바로 만족도가 개선되는 장점을 지니고 있다.⁶⁻⁸

또한 선수술은 치료기간을 감소시키는 장점이 있다. 이는 수술부위의 국소적 가속현상(regional acceleratory phenomenon; RAP)과 수술 후 근골격 관계가 개선되면 교정치료를 진행할 때 치아 이동이 효율적으로 나타나기 때문이다.³ 증례의 환자는 취업을 앞두고 빠른 안모 개선을 위하여 선수술을 계획했고, 빠른 외모 개선과 더불어 1년 6개월이라는 비교적 짧은 치료기간으로 교정치료를 완료한 경우이다.

그러나 선수술은 술전 교정 없이 수술을 먼저 하기 때문에 구치부 교합간섭이 생기고, 이로 인해 수술 교합이 불안정해지고, 또한 교정치료가 진행되면서 하악의 위치가 변하게 되므로 수술 전에 이러한 치아 이동을 예측하여 수술계획에 반영해야만 한다. 본 증례에서는 수술 교합 형성 시, 상악 좌측 견치의 근심회전으로 인해 하악 좌측 견치와 조기 접촉이 되어 수술 교합이 매우 불안정했다. 교합되는 부위를 삭제하고 최종 수술 교합 형성 시 2.0 mm 수직 고경이 증가

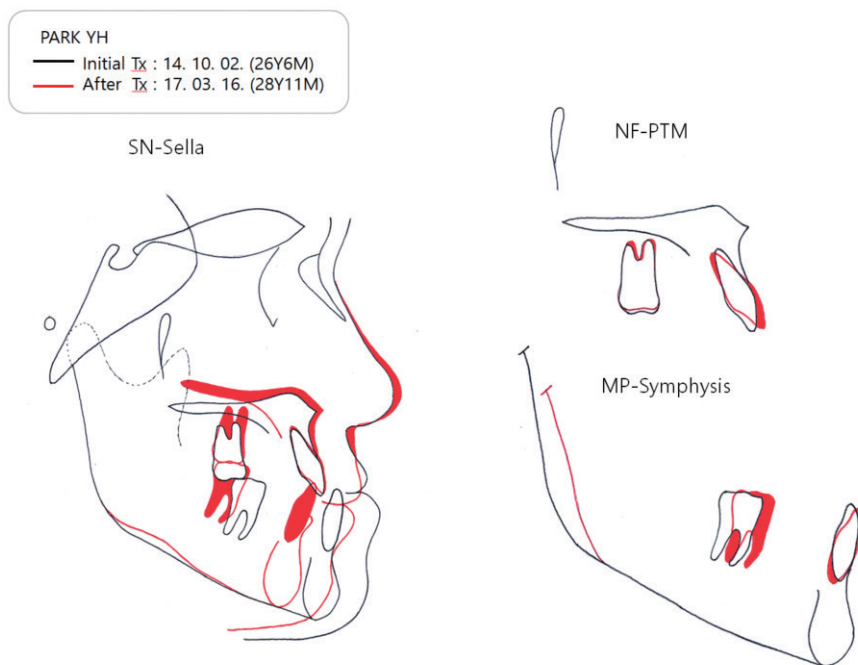


Figure 12. Superimposition of the lateral cephalograms: before and after treatment.

되었고, 이로 인해 교정치료 동안에 하악골이 반시계 방향으로 회전될 때 나타나는 치아의 이동량을 기하학적 원리를 이용하여 산출하였으며, 이렇게 얻은 1.0 mm의 양을 반영하여 하악골 후퇴량을 결정하였다.

또한, 선수술의 경우에 수술 교합이 불안정하여 통상적인 악교정 수술에 비해 원심 골편의 편위가 쉽게 나타날 수 있어서, 술후 하악골을 수술 교합 위치로 안정화시키는 것이 중요하다. 따라서 원심 골편의 위치를 안정화시키기 위해 반강성 고정을 시행하고 수술용 스플린트를 조정하여 지속적으로 장착하게 하였다.⁴ 술후 3주간의 약간 고정과 그 후 약간 고정을 제거하고 수술용 스플린트를 가철식으로 조정하여 계속해서 장착하게 함으로써 원심 골편의 안정화에 주의를 기울였다. 이후 하악 치아에 교정장치를 부착할 때 수술용 스플린트를 점진적으로 편평하게 조정하여 하악 치아 이동을 허용하면서 원심 골편을 안정화시켰다.

술후 9주째 하악골의 원심 골편의 안정화가 어느 정도 이루어졌고, 상악 치아에 교정장치를 부착할 차례였다. 그러나 이 당시 환자의 구치부 교합은 거의 가위교합 상태였다. 술전 콘빔 전산화단층촬영(cone beam computed tomography; CBCT) 사진을 통해 상악 구치부가 협측 경사되어 있음을 확인했고, 구치부 경사를 조절함으로써 횡적 부조화를 개선할 수 있을 것이라 판단했다. 악교정 수술을 동반한 교정치료 시 환자가 횡적 부조화를 보일 경우, 그 정도가 작을 경우 통상적인 교정치료로 해결이 가능하다. 그러나 그 양이 크고, 더욱이 술전 교정을 하지 않은 선수술의 경우에 통상적인 교정치료를 시행한다면 횡적 부조화를 수정하는 동안 교합이 매우 불안정할 것이다. 이에 본 교실에서는 하악골의 안정화와 상악 치아의 폭경 수정을 동시에 할 수 있도록 가철식 축소장치를 사용하였다(Figure 7). 이 장치의 확장 나사를 사용하여 상악궁 폭경을 점차적으로 감소시켰고, 동시에

교합면은 편평하게 만들어 줌으로써 스플린트의 역할도 할 수 있도록 하여 폭경이 감소하는 동안에도 지속적인 하악골의 안정화를 도모했다. 횡적 부조화가 있는 경우에는 술후 교합이 불안정하여 하악 근심 골편의 변위가 일어나기 쉽다. 따라서 선수술 후 나타나는 횡적 부조화는 단시간 내에 바로잡아야 술후 안정성에 도움이 된다. 안면 비대칭이 심한 환자나 상악 소구치 발치를 계획하여 선수술 후 발치를 한 환자에서는 횡적 부조화가 크므로 술후 교정 시 이를 고려해야 한다. 본 증례에서 사용된 가철식 축소장치는 고정식 장치를 통한 술후 교정치료를 하면서 동시에 사용할 수 있으며 환자가 직접 확장 나사를 돌려 횡적 부조화를 빠르고 간단하게 바로잡을 수 있다. 제작 방법으로는 먼저 확장 나사를 최대로 돌려서 넓힌 후 레진 작업을 시행하여 제작하고, 추후 환자가 거꾸로 돌리게 함으로써 악궁의 축소를 도모할 수 있다. 다만, 가철식 장치의 특성상, 환자의 협조가 많이 요구되는 점이 술자로서 우려되는 부분이었으나, 선수술 환자의 대부분은 치료에 대한 동기부여가 강한 성인 환자들이어서 협조도 문제는 별 문제가 없었다. 또한, 수술 후 필수적으로 일어나야 하는 하악 구치와의 자연스러운 교합 안정화 과정이 장치에 의해 방해받는 문제점이 발생할 수도 있다. 그러나 구치부를 덮은 레진 블록은 구치의 이개를 유도함으로써 수술 직후의 상·하악의 치아배열을 더욱 빠르게 할 수 있었으며, 술후 교정치료를 진행해가면서 구치부의 레진 블록을 점진적으로 삭제함으로써 교합 안정을 효과적으로 도모할 수 있었다. 폭경 부조화의 문제는 내원 시마다 폭경을 확인하면서 원하는 만큼의 개선이 이루어질 때까지 장착하였다.

선수술에서 나타나는 특징적인 교합 변화 및 하악골의 변화를 정확히 예측하고 술후 하악골 안정화에 주의를 기울인다면 대부분의 경우에서 성공적인 치료 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 환자들에게 빠른

외모 개선과 치료기간 감소라는 큰 장점을 줄 수 있어 치료 후 환자의 만족도가 향상될 수 있을 것이다.

결론

본 증례는 수술 교합 형성 시 넓은 상악골 폭경으로 인해 상·하악골 폭경 부조화를 보이는 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서 가철식 축소장치를 이용한 선수술 교정치료를 통해 성공적인 치료결과를 얻을 수 있음을 보여주었다.

REFERENCES

1. Juggins KJ, Nixon F, Cunningham SJ. Patient- and clinician-perceived need for orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:697-702.
2. Nagasaka H, Sugawara J, Kawamura H, Nanda R. "Surgery first" skeletal Class III correction using the Skeletal Anchorage System. *J Clin Orthod* 2009;43:97-105.
3. Peiró-Guijarro MA, Guijarro-Martínez R, Hernández-Alfaro F. Surgery first in orthognathic surgery: a systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;149:448-462.
4. Hwang HS, Thiesen G, Araújo TM, Freitas MP, Motta AT. An interview with Hyeon-Shik Hwang. *Dental Press J Orthod* 2016;21:24-33.
5. Luther F, Morris DO, Hart C. Orthodontic preparation for orthognathic surgery: how long does it take and why? A retrospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2003;41:401-406.
6. Park JK, Choi JY, Yang IH, Baek SH. Patient's satisfaction in skeletal Class III cases treated with two-jaw surgery using orthognathic quality of life questionnaire: conventional three-stage method versus surgery-first approach. *J Craniofac Surg* 2015;26:2086-2093.
7. Huang S, Chen W, Ni Z, Zhou Y. The changes of oral health-related quality of life and satisfaction after surgery-first orthognathic approach: a longitudinal prospective study. *Head Face Med* 2016;12:2.
8. Wang J, Chen W, Ni Z, Zheng M, Liang X, Zheng Y, Zhou Y. Timing of orthognathic surgery on the changes of oral health-related quality of life in Chinese orthognathic surgery patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:565-571.

AIMS AND SCOPE

Clinical Journal of Korean Association of Orthodontists (CJKAO) is an international, open access, and peer reviewed journal published in March, June, September, and December each year. It was first launched in 2011 and, as the official scientific publication of Korean Association of Orthodontists, CJKAO aims to publish high quality clinical and scientific original research papers in all areas related to orthodontics and dentofacial orthopedics. Specifically, its interest focuses on evidence-based investigations of contemporary diagnostic procedures and treatment techniques, expanding to significant clinical reports of diverse treatment approaches.

The scope of CJKAO covers all areas of orthodontics and dentofacial orthopedics including successful diagnostic procedures and treatment planning, growth and development of the face and its clinical implications, appliance designs, biomechanics, TMJ disorders and adult treatment. Specifically, its latest interest focuses on skeletal anchorage devices, orthodontic appliance and biomaterials, 3-dimensional imaging techniques utilized for dentofacial diagnosis and treatment planning, and orthognathic surgery to correct skeletal disharmony in association of orthodontic treatment.

INFORMATION FOR AUTHORS

General Information

Clinical Journal of Korean Association of Orthodontists (abbreviated as ‘Clin J Korean Assoc Orthod’) consists of Editorial, Readers’ forum, Case reports, Reviews, Original research, Clinical articles, Ask an expert/Interviews with an expert, Practice management, and other materials on orthodontic and related subjects. Submitted manuscripts must be original, and not published or under consideration elsewhere. Manuscripts are subject to editorial revision. Authors should follow the guidelines below.

Comments and opinions stated in the articles and communications herein are those of the author(s) and not necessarily those of the editor(s) or publisher, and the editor(s) and publisher decline any responsibility or liability for such contents. Neither the editor(s) nor the publisher guarantees, warrants, or endorses any product or service advertised in this publication; neither do they guarantee any claim made by the manufacturer of such product or service. For the policies on the research and publication ethics not stated in this instruction, ‘Good Publication Practice Guidelines for Medical Journals (http://kamje.or.kr/publishing_ethics.html)’ or ‘Guidelines on good publication (<http://www.publicationethics.org.uk/guidelines>)’ can be applied. Each reader must determine whether to act on the information contained in the publication, and neither the Journal nor its sponsoring organizations shall be liable for any injury due to the publication of erroneous information.

Guidelines for Original Articles

Organize your manuscript as follows:

The body of the text, excluding the title page, abstract, references, tables, and illustrations, should not exceed 3,500 words (2,000 words in Korean). Remove all evidence of authorship in order to expedite the review process. Manuscripts should be written in English or Korean.

Title Page. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of

the article and short title, full name(s) and portrait photograph(s) of the author(s), and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone (and/or fax numbers), and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers.

Abstract. A structured abstract of 250 words or less is preferred. Briefly state the purpose of the study, methods, primary results, principal conclusions and any clinical implications. Provide keywords (5 or less) at the bottom of the abstract. This should be written in English.

Introduction. State the objective and the background of the study. Author may refer to literature, but excessive review is strongly discouraged.

Materials and Methods. Describe the experimental design procedures and material/subjects used. Give the details only if the methods are original or essential for understanding; otherwise, give references. Also, in this section clearly state the information on IRB approval status including the identity of the board and its review number even for those exempted.

Results. Present essential results with a minimum of discussion. Use tables, charts, and photographs to clarify the findings. State the statistical data properly. All measurements should be expressed in metric units, or metric equivalents may appear in parentheses after the original measurements.

Discussion. Indicate the significance of the data and the limitations. Interpretation of the results should be clearly explained. Do not repeat the contents of introduction in this section. It should not exceed one half of the entire article length. Speculate the findings in light of other reports, including opposing views in order to limit bias. Extensions of the study may be suggested in the last paragraph.

Conclusion. Briefly state a clear conclusion of the study. Do not repeat the Results in this section.

References. Cite references selectively up to 30 citations, and number them consecutively in the order in which they are cited in the text. Assess the completeness of references. Follow the format for references in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); <http://www.icmje.org>. The titles of journals should be abbreviated according to the style used in Index Medicus. Ensure the references are presented in the proper style and format. References should be written in English.

<Example>

1. Holdaway RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. Am J Orthod 1983;84:1-28.
2. Reyneke JP. Surgical manipulation of the occlusal plane: new concepts in geometry. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1998;13:307-316.
3. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2013.
4. Proffit WR, Ackermann JL. A systematic approach to orthodontic diagnosis and treatment planning. In: Graber TM, Swain BF, editors. Current orthodontic concepts and techniques. 3rd ed. St. Louis: C.V. Mosby; 1985, p. 15-30.

Legends for Illustrations. Legends should be written in English on a separate page. When symbols, arrows, numbers, or letters are used to identify parts of the illustrations, identify and explain each one clearly in the legend. If a figure has been previously published, the legend should fully acknowledge the original source. Ensure all the figures have been mentioned sequentially in the text. Legends should be written in English.

Tables. Do not embed tables in the body of the text. Number tables consecutively in the order in which they are cited in the text and provide a brief title for each. Be sure that each table is cited

in the text. Explain in footnotes all nonstandard abbreviations. If a table has been previously published, include a footnote giving full acknowledgement to the original source. Tables included should not exceed a total of number of 7. Tables should be written in English.

Illustrations. Letters, numbers and symbols should be clear, even, and proportional to the figures throughout. Do not embed illustrations in the body of the text, but indicate the location of the illustrations within the text. Images are preferred to be in JPG or TIFF format. Ensure the figures will still be legible in case they are reduced for publication. Photographic images should be submitted as high resolution of JPG or TIFF file. Disqualified images may affect the editorial decision upon acceptance, or may cause a delay of publication. It is author's responsibility to provide color figures when requested by CJKAO editors for reviews as well as for publication.

Rights, permissions and patient consent. Illustrations or tables that have previously appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright holder and original author, and the legend must properly acknowledge the original source. Photographs of patients or human subjects should be accompanied by written informed consent for publication signed by the person (or parent or guardian of minors). Each statement must be on a separate page, including the manuscript title and all authors' names. Informed consent forms, available for download in the online submission system, should be signed by the patients (or parent or guardian of minors), scanned digitally, and then uploaded at the time of manuscript submission. This step is strictly required for submission of all case reports.

Copyright release. All manuscripts must be accompanied by the Copyright Release Form signed by one of the authors acting on behalf of all of the authors: "The undersigned author agrees to transfer all copyright ownership of the manuscript [title of the article] to the Korean Association of Orthodontists in case of publication. The undersigned author warrants that the manuscript is original, has not been published or under consideration elsewhere, and does not infringe any copyright of any third party." Download the Copyright Release Form from the Online Submission System. Once the form is signed by one of the authors, it should be scanned digitally and uploaded in the designated copyright transfer section of the Checklist page during manuscript submission.

Conflict of interest statement. Authors should report all financial and personal relationships that could be viewed as presenting a potential conflict of interest. Such information will be confidential, and will not be available to reviewers. If the manuscript is accepted and published, the information will be disclosed with the article. Guest editorials, review articles, and communications should not imply any conflict of interest. Once the Conflict of Interest Statement Form is downloaded from the website, fill out the document with the corresponding author's signature, then scan and upload the completed form on the Checklist page during manuscript submission.

Other Articles and Submissions

As a general rule, follow the guidelines above, with the following characteristics and/or modification.

Case Report should present a clinical case of general interest accompanied by high-quality records of case information. Inclusion of the following sections in the manuscript is preferred: introduction; diagnosis and etiology; treatment objectives; treatment alternatives; treatment progress; results; discussion; and conclusion. The body of the text, excluding the title page, abstract, references, tables, and illustrations, should not exceed 3,500 words (2,000 words in Korean)

Review Article should focus on a specific topic related to orthodontic and related subjects. Personal opinion should not be presented; conclusion should be drawn strictly from the review process.

Readers Forum welcomes questions and commentaries that stimulate healthy discussion on orthodontic and related subjects. Please submit a signed copyright release together.

Peer Review Process

Manuscript will be pre-reviewed by CJKAO editors in order to examine its format and scope. Also, CJKAO biostatistician will examine statistics used in the study, and may require modification, if necessary. Manuscript will then be peer-reviewed by two experts in the field. Editorial decision such as acceptance, rejection, or request for revision will be notified to the corresponding author.

Other Informations

Author's Checklist. The following checklist is intended to help you prepare a complete submission for Clinical Journal of Korean Association of Orthodontists. We strongly encourage you to use this form and confirm whether your submission is prepared and organized according to the CJKAO policy.

1. English text has been proofread. Microsoft Word program was used for the manuscript.
2. All evidence of authorship was removed from the text including abstract, methods, discussion and references.
3. For the "Case report", author must upload "informed patient consent form" to the "CJKAO e-submission system".
4. Abstract was structured and with 250 words or less.
5. The body of the text, excluding the abstract, references, tables, and illustrations, should not exceed 3,500 words (2,000 words in Korean) in length for articles.
6. Cite references selectively up to 30 citations. Superscripts of the references followed the format suggested by the CJKAO.
7. Overall, tables were presented in the proper format suggested by the CJKAO (for more details, authors may refer to the most recent issue of the CJKAO).
8. Images were with high resolution of minimum 300 dpi, 3 mega pixels and were in JPG, TIFF format.

Copyright. All authors of manuscripts must sign a copyright releasing form and submit it to http://www.kao.or.kr/board/list.html?code=journal_pds.

Submission of Manuscripts

Manuscripts for publication and correspondence relating to them should be submitted via Online Manuscript Submission System (Online Submission) in the CJKAO website (http://www.kao.or.kr/board/list.html?code=journal_pds). As for word-processing programs, MS Word file is the only accepted format of documents. MS Word default typeface and type size are recommended. For further procedures regarding web-based submission, follow the instruction given in the web page. Following is the contact information for your reference.

Jong-Moon Chae, DDS, MSD, PhD, Editor-in-Chief

Clinical Journal of Korean Association of Orthodontists

603 Trapalace II, 23 Seocho-daero 74-gil,

Seocho-gu, Seoul 06621, Korea

Telephone: +82-2-464-9153

Fax: +82-2-464-9154

E-mail: kao100@chol.com

Web: http://www.kao.or.kr/board/list.html?code=journal_pds

대한치과교정학회 **임상저널**

Clinical Journal of Korean Association of Orthodontists

발행인 국윤아(Yoon-Ah Kook)
편집인 채종문(Jong-Moon Chae)
발행처 대한치과교정학회(Korean Association of Orthodontists)

주 소 (06621) 서울시 서초구 서초동 1327 서초 트라팰리스 II 603호
(603 Trapalace II, 23 Seocho-daero 74-gil, Seocho-gu,
Seoul 06621, Korea)

전 화 +82-2-464-9253

팩 스 +82-2-464-9154

E-mail kao100@chol.com, cjkareview2011@gmail.com

W e b <http://www.kao.or.kr>

http://www.kao.or.kr/board/list.html?code=journal_pds

출 판 대한나래출판사(DaehanNarae Publishing, Inc.)

(E-mail: nrpub@naver.com, Web: www.dhpub.com)

Copyright © Korean Association of Orthodontists

Issued June 30, 2019

* 본 잡지에 실린 내용은 해당 저자의 의견을 나타내며 대한치과교정학회의 의견을 반영하는 것은 아닙니다.

* 본 잡지의 저작권은 대한치과교정학회에 있습니다.

KOREAN ASSOCIATION OF ORTHODONTISTS