



하악 전돌증 환자에서 악교정 수술방법에 따른 설골과 혀의 위치 및 기도량 변화의 비교

이윤선 · 한세진

단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract

Comparison of the Change in the Pharyngeal Airway Space, Tongue and Hyoid Bone Positions according to the Orthognathic Surgical Methods of Mandibular Prognathism

Yoon-Sun Lee, Se-Jin Han

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Dankook University

Purpose: The purpose of this study was to compare the changes in the pharyngeal airway space, tongue and hyoid bone positions according to the orthognathic surgical methods of mandibular prognathism.

Methods: The subjects included 30 patients (16 males, 14 females) with the skeletal class III malocclusion. Group 1 (10 patients) underwent bilateral sagittal split ramus osteotomy (BSSRO) only; group 2 (10 patients) underwent BSSRO with genioplasty; and group 3 (10 patients) underwent BSSRO, Le Fort I osteotomy. We measured the lines between the selected upper air way, hyoid bone and tongue landmarks on the lateral cephalometric x-ray films of skeletal class III. The measurements were made preoperation, within 1 week after the operation, 3~6 months after the operation and 1 year after the operation. We compared and analyzed the measurements with matched paired t-test and independent samples t-test.

Results: There were no postoperative changes in the nasopharyngeal airway space in group 3. The measurements of group 3 also increased during the follow-up period as compared to the preoperative measurements. In group 1, 2 and 3, the immediate postoperative oropharyngeal and hypopharyngeal airway spaces were decreased. In the following period, the hypopharyngeal airway space returned to the preoperative positions, but the oropharyngeal airway space was not significantly changed. The upper and lower tongue was posteriorly repositioned immediately after the surgery. During the follow-up period, the lower tongue position returned to the preoperative position, and the upper tongue position was not significantly changed. Immediately after the surgery, the B point was moved to the posterior position, and a slight anterior advancement was found in the follow-up period.

Conclusion: Patients who received the mandibular setback surgery showed a decrease in the posterior airway space, and those who underwent maxillary advancement showed a significant increase of the nasopharyngeal airway space, which remained stable during the evaluation period. The change of the airway space, position of the hyoid bone and tongue did not differ according to the presence or absence of genioplasty.

Key words: Mandibular prognathism, Bilateral sagittal split ramus osteotomy, Cephalometry, Genioplasty, Orthognathic surgeries

원고 접수일 2013년 2월 25일, 원고 수정일 2013년 3월 26일,
게재 확정일 2013년 7월 23일

책임저자 한세진
(330-714) 천안시 동남구 단대로 119, 단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
Tel: 041-550-1996, Fax: 041-551-8988, E-mail: Hanimplant@hanmail.net

RECEIVED February 25, 2013, REVISED March 26, 2013,
ACCEPTED July 23, 2013

Correspondence to Se-Jin Han
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry,
Dankook University
119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan 330-714, Korea
Tel: 82-41-550-1996, Fax: 82-41-551-8988, E-mail: Hanimplant@hanmail.net

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

기능적 장애와 심미적 결손을 동반하는 III급 골격성 기형환자들은 하악의 전돌이나 상악의 결손으로 인해 야기된다. 이러한 환자를 위한 악교정 수술은 구강기능의 개선뿐만 아니라 안모의 개선을 통한 사회, 심리적 장애를 해소하기 위하여 시행한다. 전통적으로 이러한 III급 골격성 기형의 수술적 치료법으로는 하악 후방 이동수술을 단독으로 사용함으로써 치료되어 왔다. 기술이 발달함에 따라 현재로는 하악골 및 상악골의 이동술을 포함하는 다양한 악교정 수술법이 개발되었으며 이의 이용으로 거의 모든 안면부 기형 환자를 교정할 수 있게 되었다.

하악골 후방 이동술뿐 아니라 상악의 동시 이동술은 변화된 상, 하악의 위치에 따라 매우 뚜렷한 환자의 교합, 저작기능, 심미적 증진을 야기하게 되는데, 이러한 골격성 변화뿐만 아니라 주변의 연조직 변화도 동시에 야기하게 된다. 외과적 하악 후방 이동술은 하악골뿐만 아니라, 혀와 설골을 포함하는 주위조직에 영향을 미치며, 이들은 새로운 위치에서 기능적으로나 해부학적으로 순응을 해야 한다[1]. 따라서 악교정 수술을 위한 치료계획은 골격의 개선과 함께 악안면기형의 원인 및 예후에 영향을 미칠 수 있는 근육계에 대한 고려가 필수적이며, 그러한 변화를 이해하는 것은 수술 후 장기간의 안정성을 예상하는 데 유용하다고 할 수 있다.

Rix[2], Ballard[3]은 악구강계 구조물의 위치는 골격계 및 신경 근육계 요소들의 상호관계에 의해서 결정된다고 하면서 악교정 수술 후의 골격계의 변화뿐 아니라 연조직부 변화의 중요성을 강조하였다. 연조직의 변화는 전방부 안모의 변화뿐 아니라 혀 및 설골을 포함하는 주위조직과 후방기도량의 변화도 포함된다 [4]. 악골, 구강저, 설골 및 인두벽은 근육과 인대로 밀접히 연관되어 있다. 기도과 혀는 연조직으로 구성되어 있으며, 설골은 설골상근과 설골하근을 포함하는 11개의 근육들에 의해 지지되고 있기 때문에 이들의 위치는 두부자세, 경추각도, 연하, 하악골의 기능운동 등 여러 요소들에 의하여 영향을 받는다고 알려져 있다[1]. 따라서 수술에 의하여 하악골이 후방 이동하게 되면 혀는 본래의 위치보다 후방으로 위치하게 되며 결과적으로 후방에 위치한 기도량이 좁아지게 된다. Athanasiou 등[5]은 악교정수술 후 설골의 위치와 기도크기 변화에 대한 연구에서 설골은 수술 후 후방이동하며, 기도의 크기는 유지되는데, 이는 설골상하근의 biomechanical condition과 인두근육기전의 반사 때문이라고 보고하였다. 이외에도 Wenzel 등[6]은 악교정수술 후 두개안면형태와 두부자세, 그리고 기도간에 상관성에 대해 보고하였으며, Lew[1]은 III급 부정교합자의 치근단골절단수술 후 혀는 후상방으로 이동하며, 설골은 후하방으로 이동하지만 시간경과에 따라 원래의 위치로 복귀한다고 하였다. 혀 및 설골의 변화에 따른 후방기도량의 폭경의 감소는 결과적으로 고혈압, 심장의 부정맥을 야기할 수 있는 폐쇄성 수면 무호흡증(obstructive sleep apnea)의 원인

으로 작용할 수가 있다[3]. Riley 등[7], Hochban 등[8]은 각각 2명, 1명의 환자가 하악골 후방이동술을 시행받은 후 폐쇄성 수면 무호흡이 발생하였다고 보고하였다.

이 밖에도 골격성 III급 부정교합의 환자를 대상으로 시행한 악교정 수술이 후방 기도량에 미치는 영향이 조사되었다기. 이러한 연구의 대부분은 하악골만을 대상으로 하였으며, 양악수술에 대한 보고는 많지 않다. 이는 상악만 단독으로 수술하는 경우가 드물고 대부분의 기도공간의 변화는 하악의 위치에 따라 많은 영향을 받기 때문이다. 하지만 Hochban 등[8]은 하악골 후방이동술 후 폐쇄성 수면무호흡증을 예방하기 위해서 상악골 전방이동술을 추천하였고, De Ponte 등[9]은 상악의 전방이동 시 비인두공간의 증기를 보고한 바 있다. 이는 양악수술에 있어 상악골의 이동이 기도공간에 영향을 끼친다고 볼 수 있다. 또한 하악골 후방이동술만을 대상으로 한 대부분의 연구에서 이부성형술이 미치는 영향은 배제되어 있다. 이에 본 연구는 측모 두부 방사선 계측사진을 이용하여 골격성 III급 부정교합자들을 대상으로 시행되는 수술의 방법에 따른 수술 전후의 기도의 크기변화, 혀의 공간적 위치 및 형태변화, 설골의 위치변화를 계측하고 각각의 수술방법에 따른 비교 및 이러한 변화가 장기간에 걸쳐 적용하는 양상을 파악하는 데 그 목적이 있다.

연구방법

1. 연구 대상

2007년 1월부터 2011년 7월까지 단국대학교 치과대학 부속 치과병원에 골격성 하악전돌증을 주소로 내원한 145명의 환자 중 수술 전 교정, 수술 후 교정, 및 외과적 수술의 혼합술식으로 치료한 환자들로서, 수술직전 일주일 이내, 수술 직후 일주일 이내, 수술 후 3~6개월, 수술 후 1년 이상 추적조사가 가능했던 환자 30명(남자 16명, 여자 14명)을 대상으로 하였다. 상악은 Lefort I 골절단술을 통한 전방이동술, 하악은 이부성형술을 포함하거나 포함하지 않은 양측성 하악지 시상분할 골절단술을 이용하였다. 이들의 연령은 18세부터 33세까지 평균연령 22.8세였다. 대상자는 술식 적용에 따라 3그룹으로 분류하였다.

그룹 1 (10명)은 양측성 하악지 시상분할 골절단술(bilateral sagittal split osteotomy)을 시행하여 하악골 후방이동술만을 시행한 군, 그룹 2 (10명)는 양측성 하악골 시상분할 골절단술과 이부성형술을 시행한 군, 그룹 3 (10명)은 양측성 하악골 시상분할 절단술 및 Lefort I 골절단술을 시행한 양악수술로 분류하였다. 모든 하악골 후방이동수술은 5~9 mm로 평균 7 mm를 시행하였고, 상악골 전방이동 수술은 3~5 mm로 평균 4 mm를 시행하였다.

2. 연구 방법

측모 두부 엑스선 규격사진은 수술 전 1주일 이내, 수술 직후 1주일 이내, 수술 후 3~6개월, 수술 후 1년 이상 추적조사기간이 경과한 환자를 대상으로 중심교합상태에서 상하순을 이완시키고 입술을 가볍게 다물게 한 다음 FH 평면과 지면이 평행하도록 위치시킨 후 환자가 한 번 침을 삼키고 멈춘 상태에서 통상적인 방법으로 측모 두부 방사선계측사진을 촬영하였다. 촬영된 각각의 측모 두부 규격 방사선사진은 아래에 설명된 특정 계측점을 선택하여 Vceph 4.0 (2003, CYBERMED Inc., Seoul, Korea)을 이용해 계측값을 컴퓨터상에서 계산하였다. 설골과 혀의 위치 및 기도량을 측정하였으며 이들을 시기별로 상호 비교하여 변화 정도를 분석하였다. 각각의 수술법에 따른 시기별 측정값의 평균 및 표준편차를 구하였고, 이들의 유의성을 검정하기 위해 PASW Statistics 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하여 Matched paired t-test를 시행하였고, 수술 방법에 따른 유의성 검정을 위하여 Independent samples t-test를 시행하여 5%의 유의수준에서 차이를 검정하였다.

본 연구에서 이용된 계측점 및 계측 항목은 다음과 같다(Fig. 1~3).

1) 계측점 및 계측선

- (1) FH: porion과 orbitale을 연결한 선
- (2) PTV: pterygoid fissure에서 FH에 내린 수선
- (3) C Line: 경추의 기준선으로 치상돌기(odontoid process)

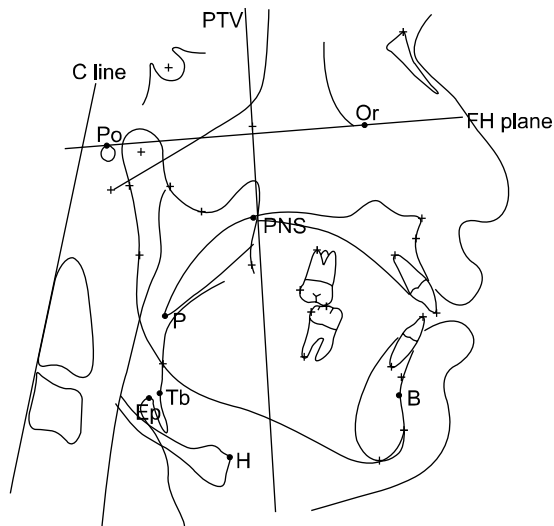


Fig. 1. Lateral cephalogram showing anatomical landmarks and measurement lines. Po, porion; Or, orbitale; PNS, posterior nasal spine; P, tip of soft palate; Tb, posterior point of tongue base; Ep, tip of epiglottis; H, anterosuperior point of hyoid bone; B, B point; FH plane, porion-orbitale; C Line, tangent line of posterior edge of odontoid process; PTV, perpendicular line of pterygoid fissure to FH.

후연에 대한 접선

- (4) Po (porion): 외이도의 최상방점
- (5) Or (orbitale): 안와의 최하방점
- (6) PNS (posterior nasal spine): 후비극
- (7) P: 연구개의 최하방점
- (8) Ep (epiglottis): 후두개(epiglottis)의 정점

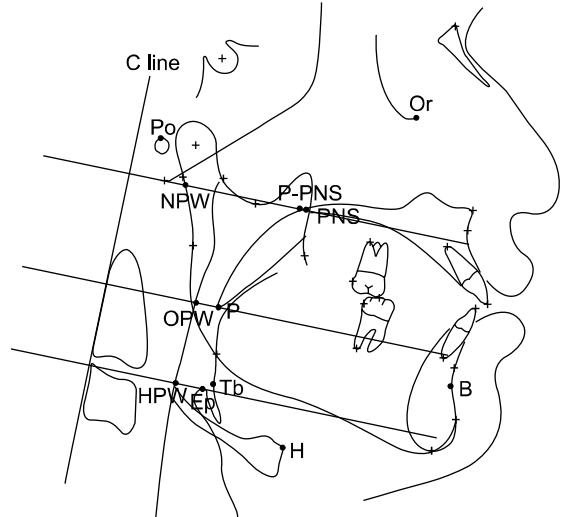


Fig. 2. Lateral cephalogram showing anatomical landmarks and measurement lines. Po, porion; Or, orbitale; PNS, posterior nasal spine; P, tip of soft palate; Tb, posterior point of tongue base; Ep, tip of epiglottis; H, anterosuperior point of hyoid bone; B, B point; NPW, nasopharyngeal wall; OPW, oropharyngeal wall; HPW, hypopharyngeal wall; P-PNS, point of PNS; C Line, tangent line of posterior edge of odontoid process.

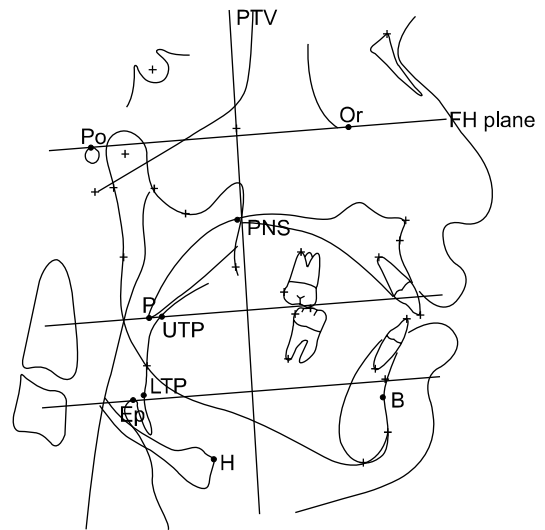


Fig. 3. Lateral cephalogram showing anatomical landmarks and measurement lines. Po, porion; Or, orbitale; PNS, posterior nasal spine; P, tip of soft palate; Ep, tip of epiglottis; H, anterosuperior point of hyoid bone; B, B point; UTP, upper tongue point; LTP, lower tongue point; FH plane, porion-orbitale; PTV, perpendicular line of pterygoid fissure to FH.

- (9) Tb (tongue base): 설기저부의 최후방점
- (10) B point (supramentale): 하악기저골 전연 곡선상의 최심점
- (11) H (hyoid point): 설골체의 최전상방점
- (12) NPW (nasopharyngeal wall): posterior nasal spine (PNS)에서 C line에 대한 수선을 그을 때 인두후벽에 만나는 접점
- (13) OPW (oropharyngeal wall): P에서 C Line에 대한 수선을 그을 때 인두후벽에 만나는 접점
- (14) HPW (hypopharyngeal wall): Tb에서 C Line에 대한 수선을 그을 때 인두후벽에 만나는 접점
- (15) P-PNS (point of PNS): PNS에서 C Line에 대한 수선을 그을 때 인두전벽에 만나는 접점
- (16) LTP (lower tongue point): Ep에서 FH에 평행한 선을 그을 때 설기저부와 만나는 점
- (17) UTP (upper tongue point): 연구개의 최하방점에서 FH에 평행한 선을 그을 때 이 선과 설후방면과의 접점

2) 계측항목(mm)

- (1) NPW-P-PNS: 비인두부의 기도량
- (2) OPW-P: 구인두부의 기도량
- (3) HPW-Tb: 하인두부의 기도량

- (4) B point-PTV: B point의 수평 이동량
 - (5) UTP-PTV: 설상부의 수평 이동량
 - (6) LTP-PTV: 설하부의 수평 이동량
 - (7) H-FH: 설골의 수직 이동량
 - (8) H-PTV: 설골의 수평 이동량
- 모든 거리는 0.1 mm 단위까지 측정하였다.

결 과

1. 비인두부 기도량의 변화

그룹 1에서 술 전 평균 22.3 mm였던 비인두부 기도량은 수술 직후 20.6 mm로 1.7 mm 정도 감소하는 모습을 보였다($P < 0.05$). 술 후 3~6개월 후 이렇게 감소된 기도량은 22.2 mm로 1.5 mm 증가되었고($P < 0.05$), 최종적으로 술 후 1년 뒤 22.4 mm로 술 전의 기도량을 회복하였다($P < 0.05$) (Table 1). 이러한 양상은 그룹 2에서도 동일하게 나타났다. 술 전 20.5 mm였던 비인두부 기도량은 수술 직후 17.7 mm로 감소하였다가($P < 0.05$) 수술 후 시간이 지나면서 점차 회복되어 술 후 1년 뒤에는 20.3 mm로 술 전의 기도량을 회복하였다($P < 0.05$) (Table 2). 그룹 1과 그룹 2 사이의 유의성 검사에서도 두 그룹 간의 유의성 있는 차이는 존재하지 않았다(Table 3). Lefort I 골절단술을

Table 1. Mean and standard deviation of group 1 (BSSRO) and matched paired t-test

	T0	T1	T2	T3	T0~T1	T1~T2	T2~T3	T3~T0
Naso-pharynx	22.3±2.8	20.6±3.5	22.2±2.9	22.5±3.6	*	*		
Oro-pharynx	9.9±2.6	7.7±2.6	8.5±2.2	8.9±2.2	*		*	*
Hypo-pharynx	10.8±3.1	8.8±3.3	9.6±2.2	10.4±2.2	*			
B point	36.5±8.1	30.4±6.5	32.3±6.4	32.3±6.5	*	*		*
Lower T	27.4±6.5	31.3±6.7	28.7±6.5	28.1±6.8	*	*	*	
Upper T	16.8±5.9	22.2±4.0	21.5±3.9	21.2±4.2	*	*		*
Hyoid H	12.0±6.2	15.7±5.3	13.5±5.2	12.6±5.6	*	*	*	
Hyoid V	74.2±9.8	81.3±10.0	76.4±8.9	75.2±8.9	*	*		

*Significant at $P < 0.05$.

BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; T0, preoperation; T1, immediately after operation (within 1 week); T2, 3~6 months after operation; T3, at least 1 year after operation.

Table 2. Mean and standard deviation of group 2 (BSSRO+genioplasty) and matched paired t-test

	T0	T1	T2	T3	T0~T1	T1~T2	T2~T3	T3~T0
Naso-pharynx	20.5±4.9	17.8±3.9	20.3±5.6	20.1±4.9	*	*		
Oro-pharynx	12.5±4.5	10.3±4.1	10.6±4.4	10.6±4.5	*			*
Hypo-pharynx	12.7±4.9	9.8±4.9	10.3±4.6	12.2±4.7	*		*	
B point	36.9±11.7	30.3±10.9	32.1±10.1	32.2±10.2	*	*		*
Lower T	27.6±6.6	34.0±7.0	30.9±5.5	28.8±4.5	*	*	*	
Upper T	15.4±5.9	20.8±5.7	19.7±5.1	18.9±5.0	*	*	*	*
Hyoid H	13.7±9.4	17.5±10.0	15.2±9.3	13.2±8.4	*	*	*	
Hyoid V	79.1±5.5	86.4±8.6	80.4±5.5	79.6±5.6	*	*		

*Significant at $P < 0.05$.

BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; T0, preoperation; T1, immediately after operation (within 1 week); T2, 3~6 months after operation; T3, at least 1 year after operation.

시행한 그룹 3에서는 위의 두 그룹과는 다른 양상을 보여주었는데, 술 전 20.9 mm였던 기도량은 수술 직후 22.7 mm로 거의 기도량의 증가가 관찰되었고($P < 0.05$), 수술 후 시간이 지나면서 기도량이 점차로 증가되어 술 후 1년 뒤에는 24.9 mm로 술 전보다 4 mm 증가된 양상을 보여주었다(Table 4). 위의 양상은 그룹 간의 유의성 검사에서도 나타났는데, 그룹 1과 그룹 3에서 T0~T1, T0~T3 시기의 유의성 있는 결과의 차이를 보여주고 있다(Table 5). 위의 차이는 Lefort I 골절단술을 통한 상악의 전방부로의 변위량에 따른 것이라 판단되며 그룹 3 환자들의 평균 상악골 전방부이동량은 4 mm였다.

2. 구인두부 기도량의 변화

그룹 1에서의 구인두부 기도량은 술 전 평균 9.9 mm로 측정되었으며, 수술 직후 7.6 mm로 감소($P < 0.05$)하였다가 수술 후 3~6개월 사이 8.5 mm로 상당량 회복한 양상을 보여주었고($P > 0.05$), 최종적으로 1년 뒤 술 전에 비해 1.1 mm 기도량이 감소하였다($P < 0.05$) (Table 1).

그룹 2에서의 구인두부 기도량은 술 전 평균 12.5 mm로 측정되었으며, 수술 직후 10.3 mm로 감소하였다($P < 0.05$) 수술 후 3~6개월 사이 10.6 mm로 거의 변하지 않은 양상을 보여주었고($P > 0.05$), 최종적으로 1년 뒤에도 술 전에 비해 1.9 mm

기도량이 감소하였다($P < 0.05$) (Table 2).

그룹 3에서의 구인두부 기도량은 술 전 평균 12.1 mm로 측정되었으며, 수술 직후 10.8 mm로 감소하였다($P > 0.05$) 후의 추적조사 기간 중 뚜렷한 변화가 관찰되지 않아, 최종적으로 1년 뒤에도 술 전에 비해 1.1 mm 기도량이 감소하였다($P > 0.05$) (Table 4).

집단 간의 차이에 대한 유의성 검사를 시행하였을 때, 그룹 1과 그룹 2 사이에서는 유의성이 없었고, 그룹 1과 그룹 3 사이에서도 유의성 있는 결과는 존재하지 않았다(Table 3, 5).

3. 하인두부 기도량의 변화

그룹 1에서 술 전 10.8 mm로 측정되었으며, 수술 직후 8.8 mm로 감소된 양상을 보이다가($P < 0.05$) 술 후 1년 후까지 서서히 회복하여 최종적으로 10.4 mm로 측정되어 술 전 기도량으로 회복되었다($P < 0.05$) (Table 1).

그룹 2에서 술 전 12.7 mm의 기도량이 측정되었고, 수술 직후 9.8 mm로 감소하였다($P < 0.05$) 술 후 1년 뒤까지 서서히 회복되어 최종적으로 12.2 mm로 기도량이 회복되었다($P < 0.05$) (Table 2).

그룹 3에서는 술 전 12.2 mm의 기도량이 측정되었고, 수술 직후 9.6 mm ($P < 0.05$), 수술 3~6개월 후 9.9 mm의 측정값을

Table 3. Independent samples t-test between group 1 (BSSRO) and group 2 (BSSRO+genioplasty)

	T0~T1	T1~T2	T2~T3	T3~T0
Naso-pharynx				
Oro-pharynx				
Hypo-pharynx				
B point				
Lower T	*			
Upper T				
Hyoid H				
Hyoid V				

*Significant at $P < 0.05$.
BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; T0, preoperation; T1, immediately after operation (within 1 week); T2, 3~6 months after operation; T3, at least 1 year after operation.

Table 5. Independent samples t-test between group 1 (BSSRO) and group 3 (BSSRO+Le Fort I osteotomy)

	T0~T1	T1~T2	T2~T3	T3~T0
Naso-pharynx	*			*
Oro-pharynx				
Hypo-pharynx				
B point			*	
Lower T				
Upper T				
Hyoid H				
Hyoid V				

*Significant at $P < 0.05$.
BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; T0, preoperation; T1, immediately after operation (within 1 week); T2, 3~6 months after operation; T3, at least 1 year after operation.

Table 4. Mean and standard deviation of group 3 (BSSRO+Le Fort I osteotomy) and matched paired t-test

	T0	T1	T2	T3	T0~T1	T1~T2	T2~T3	T3~T0
Naso-pharynx	20.9±3.6	22.7±3.7	23.5±3.9	24.9±4.0	*	*	*	*
Oro-pharynx	12.1±1.5	10.8±3.5	11.0±2.4	11.1±1.6				
Hypo-pharynx	12.2±2.1	9.6±3.0	9.9±2.8	12.5±2.2	*		*	
B point	40.6±6.2	33.1±5.0	34.3±4.9	35.1±5.0	*	*	*	*
Lower T	23.4±5.2	28.7±6.8	25.9±5.7	24.1±5.0	*	*	*	
Upper T	13.7±5.0	18.3±4.3	18.0±4.1	17.5±4.3	*		*	*
Hyoid H	9.0±5.0	11.8±5.2	10.5±4.7	9.5±4.6	*	*	*	
Hyoid V	83.6±8.2	91.0±7.1	85.5±7.2	85.0±7.8	*	*		

*Significant at $P < 0.05$.
BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; T0, preoperation; T1, immediately after operation (within 1 week); T2, 3~6 months after operation; T3, at least 1 year after operation.

보이다가($P>0.05$) 술 후 1년 후 12.4 mm로 술 전의 기도량으로 회복되었다($P<0.05$) (Table 4).

집단 간의 차이에 대한 유의성 검사 시, 유의성 있는 차이는 존재하지 않았다(Table 3, 5).

4. 설골의 위치 변화

그룹 1에서 PTV에 대한 설골의 위치는 술 전 12.0 mm에서 수술 직후 15.7 mm로 3.7 mm 후방이동되었으며($P<0.05$), 수술 후 3~6개월 사이 2.2 mm 전방이동하여($P<0.05$), 수술 1년 후 12.5 mm로 술 전에 비해 0.5 mm 후방이동된 양상을 보여주었다($P>0.05$). 이는 수술 후 후방으로 이동된 설골이 1년 후 술 전의 위치로 회귀한다는 결과를 보여준다. FH에 대한 설골의 위치는 술 전에 74.2 mm에서 수술 직후 81.3 mm로 7.1 mm 하방이동하였고($P<0.05$), 수술 후 3~6개월 사이에 76.4 mm로 4.9 mm 상방이동($P<0.05$), 수술 후 1년 이상 후에는 75.2 mm로 술 전으로 회귀된 양상을 보여주었다($P<0.05$) (Table 1).

그룹 2와 그룹 3에서도 각각 술 전 13.7 mm, 9.0 mm에서 수술 직후 17.5 mm, 11.8 mm로 후방이동된 설골의 양상을 보여주고 있으며($P<0.05$), 결과적으로 1년 후 13.2 mm, 9.5 mm로 술 전의 위치로 회귀된 양상을 보여주고 있다($P<0.05$). FH에 대한 설골의 위치도 그룹 1과 비슷한 양상을 보여주고 있는데 술 전 각각 79.1 mm, 83.6 mm에서 수술 직후 86.4 mm, 91.0 mm로 그룹 2에서 7.3 mm, 그룹 3에서 7.4 mm 하방으로 이동된 양상을 보이다가($P<0.05$), 술 후 3~6개월 뒤에 그룹 2에서 6 mm, 그룹 3에서 5.4 mm 상방으로 이동되었고($P<0.05$), 최종적으로 수술 후 1년 이상 후에 측정된 결과에서 그룹 2는 79.6 mm, 그룹 3은 85.0 mm로 술 전의 위치로 회귀된 양상을 보여준다(Table 2, 4).

그룹 간의 유의성을 살펴보았을 때 설골의 수평, 수직 위치에 따른 그룹 간의 유의성 있는 차이는 존재하지 않았다(Table 3, 5).

5. B point의 위치변화

PTV에서 B point 사이의 거리는 그룹 1에서 술 전 36.5 mm에서 수술 직후 30.4 mm로 평균 6.1 mm 후방이동하였다($P<0.05$) 술 후 3~6개월 뒤 32.3 mm로 1.8 mm 전방으로 회귀되며($P<0.05$), 1년 후 측정값은 32.3 mm였다(Table 1).

그룹 2와 그룹 3에서도 술 후 3~6개월 사이에 수술 직후 값에 비하여 1.8 mm, 1.2 mm 전방으로 회귀되며($P<0.05$), 세 그룹 모두 대부분의 회귀는 술 후 3~6개월 사이에 일어나는 것을 알 수 있다(Table 2, 4). 또한 그룹 간의 수치변화에 대한 유의차는 그룹 1과 그룹 3에서 T2~T3 시기의 차이를 제외한 유의성 있는 결과는 존재하지 않았다(Table 3, 5).

6. 설상방부의 위치변화

혀의 상방부 전후방적인 위치를 측정한 UTP-PTV 값은 그룹 1에서 술 전 16.8 mm에서 수술 직후 22.2 mm로 증가하였으며($P<0.05$), 이는 수술 직후 설상방부의 후방이동을 의미한다. 술 후 3~6개월 후 후방이동된 설상방부는 0.6 mm 정도 전방으로 이동되며($P<0.05$), 술 후 1년 후에는 통계적으로 유의한 위치변화는 존재하지 않았다(Table 1).

그룹 2에서도 술 전 15.4 mm였던 측정값이 수술 직후 20.8 mm로 5.4 mm 후방이동된 양상을 보여주며($P<0.05$), 수술 후 3~6개월 뒤 1.1 mm ($P<0.05$), 수술 1년 후 0.8 mm 전방이동하여($P<0.05$) 최종적으로 술 전에 비해 3.5 mm 후방에 위치되었다($P<0.05$) (Table 2).

그룹 3에서는 술 전 13.7 mm였던 값이 수술 직후 18.3 mm로 4.6 mm 후방이동되었으며($P<0.05$), 술 후 3~6개월 뒤에는 유의성 있는 변화가 없다가 수술 1년 후 17.5 mm로 술 전에 비해 3.8 mm 후방에 위치되었다($P<0.05$) (Table 4).

따라서 세 그룹 모두 수술 직후 후방이동된 혀의 상부는 수술 후 1년 이상이 지나도 술 전의 위치로 회귀하지 않았다($P<0.05$).

그룹 간의 유의성 있는 차이는 보이지 않았다(Table 3, 5).

7. 설하방부의 위치변화

혀의 하방부의 전후방적인 위치를 측정한 LTP-PTV 값은 세 그룹 모두 비슷한 양상을 보여주며, 술 전의 위치에서 수술 직후 약간 후방이동하였다($P<0.05$) 술 후 1년 뒤 술 전의 위치로 회귀하는 양상을 보여준다($P<0.05$) (Table 1, 2, 4). 그룹 간의 유의성 검사에서도 그룹 1과 그룹 2에서 T0~T1 시기의 유의한 결과를 제외한 나머지 결과는 유의성이 존재하지 않아, 전반적으로 비슷한 양상을 보여주고 있다(Table 3, 5).

고 찰

외과적 술식의 발달로 하악골 전돌증과 같은 악안면 기형 환자를 다양한 수술방법으로 치료할 수 있게 되었다. 이러한 악안면 기형환자를 위한 악교정 수술의 목표는 기능개선, 안모의 심미성 증진 및 술 후의 안정성을 유지하는 데 있다. 이러한 악교정 수술은 하악골 시상분할 골전단술뿐만 아니라 상악골 전방이동술을 포함한 양악수술로도 시행되고 있으며, 추가적인 안모의 심미를 증진시키기 위하여 이부성형술도 동시에 시행되고 있다. 악교정 수술시 골격성 변화 이외에도 주변의 연조직의 변화도 동시에 수반되게 되는데, 이러한 연조직의 변화는 수술 후의 안정성과 재발에도 영향을 미치므로 악교정수술을 위한 치료계획은 단순한 골격적 변화량뿐 아니라 후방 인두부 기도량과 설골 및 혀의 위치변화를 포함하면서 악안면 기형의 원인 및 예후에 영향을

미치는 악구강계 주변의 근육계에 대한 고려가 필수적이다[1].

인두부 기도량 및 설골과 혀의 위치를 측정하기 위해 두부 규격 방사선사진을 이용하는 방법은 상당히 실용성과 신뢰성이 있으며 무엇보다 간편하고, 환자에게 불편감을 덜 주며, 빠르게 비교 분석할 수 있다는 면에서 컴퓨터 단층촬영 및 자기공명영상 등을 이용한 방법보다 널리 사용되고 있다[10]. 이에 대하여 Marşan 등[11], Riley 등[12]은 두부 규격 방사선사진과 컴퓨터 단층촬영에서 얻은 상기도의 부피는 상당한 상관관계가 있으며, 두부 규격 방사선사진으로 측정된 기도량은 정밀도와 예측성이 매우 높은 것으로 평가하였다.

하악골 후방이동술 후 나타나는 인두부 기도량 감소는 최근에 주목받기 시작한 연구이다. 하악이 후방으로 이동함에 따라 주위 조직의 후방이동으로 기도의 감소가 예상되지만, 이러한 기도의 감소를 방지하기 위해, 기도 주변의 조직들은 기능적, 형태적으로 순응을 하게 된다.

이에 대하여 Gu 등[12]은 하악골 후방이동술과 설골의 위치, 기도량의 감소, 두부의 자세는 서로 연관성이 있다고 하였고, 줄어든 기도량에 대한 보상으로 혀의 위치나 설골하근의 위치변화가 수반된다고 발표하였다. Athanasiou 등[5]은 그들이 연구한 52명의 하악골 후방이동술을 받은 환자에서 술 전과 술 후의 유의성 있는 기도변화량을 관찰할 수 없었다고 발표하였다.

반면, 하악골 후방이동술 후 발생한 폐쇄성 수면 무호흡증에 대한 연구도 진행되었다. Riley 등[13]은 하악전돌 환자의 후방이동 수술시 기도감소로 인해 수면 무호흡 증후군의 발병 가능성을 보고한 바 있으며, Gu 등[12]의 연구에서도 이의 주장을 뒷받침하고 있었지만 줄어든 기도량에 대한 주변 해부학적 구조물의 보상 작용으로 인해 그 위험성은 경미할 것이라고 판단하였다. 한편, Hochban 등[8]은 하악골 후방이동술 후 후방 인두부 기도량이 하악평면 위치에서 10 mm 이하이면 폐쇄성 수면무호흡증을 야기할 수 있으며, 이런 경우는 상악골 전방이동술을 포함한 양악수술법을 고려해야 한다고 보고하였다.

상악골 전방이동술이 후방 인두부 기도량에 미치는 영향에 대해서 Degerliyurt 등[13]은 47명의 하악전돌 환자에 대해 하악골 후방이동술만을 받은 그룹 A와 상악골 전방이동술을 포함한 양악수술을 받은 그룹 B로 나누어 비교하는 연구를 진행하였고, 두 그룹 간의 유의차가 없이 술 후 구인두부의 기도량 감소를 보인다고 발표하였다. 위의 주장과는 반대로 Chen 등[14]은 35명의 하악골 후방이동술을 받은 환자군과 31명의 하악골 후방이동술 및 상악골 전방이동술을 동시에 시행받은 환자를 대상으로 술 후의 기도량에 대해 비교하였는데, 양악수술을 시행받은 환자군에서 후방 인두부 기도량의 감소가 더 적었다고 발표하였다. 이러한 Chen 등[14]의 연구는 Marşan 등[11]의 연구와도 일치하는 내용이었다. Marşan 등[11]은 그가 조사한 53명의 양악수술을 시행받은 환자에서 술 전과 비교해 보았을 경우 술 후 비인두부의

기도량 증가에 대해 보고하였다.

이부의 전진을 동반하는 이부성형술이 기도량에 미치는 영향에 대해서 Park 등[15]은 악교정 수술 후 인후기도공간의 변화는 상악동시수술이나 하악편악수술 및 하악이부 전진술 유무에 따른 차이가 없었다고 발표하였다.

본 연구에서 하악골 후방이동술만을 실시한 그룹 1과 하악골 후방이동술 및 이부성형술을 동시에 시행한 그룹 2, 하악골 후방이동술과 상악골 전방이동술을 시행한 그룹 3에서 구인두부와 하인두부 모두 수술 직후 현저한 기도량의 감소를 관찰할 수 있었으며, 이러한 변화는 술 후 연구개의 부종 및 후방이동, 마취와 수술과정에서의 인두후벽의 자극과 관련이 있는 것으로 사료된다. 수술 1년 후 하인두부의 기도량은 세 그룹 모두 유의한 차이 없이 술 전의 상태로 회복되었다. 하지만 감소된 구인두부의 기도량은 술 전의 수치보다 감소된 양상을 보여주었다. 이는 Greco 등[4]과 Enacar 등[16]의 연구에서 수술 직후 줄어든 구인두부 기도량은 다시 술 전의 상태로 회복되지 않고 영구적으로 변화가 지속된다는 결과를 뒷받침해준다.

구인두부와 하인두부와는 다르게 비인두부는 세 그룹 간의 유의한 차이를 보여주었다. 그룹 1과 그룹 2에서 술 후 감소한 기도량이 수술 후 시간이 지나면서 점차 회복되어 술 전의 수치로 회복된 반면, 그룹 3에서는 술 전과 비교하여 수술 직후에 오히려 술 전보다 증가된 비인두부의 기도량이 관찰되었고, 수술 1년 후에는 술 전의 기도량보다 4 mm 증가된 수치를 나타내었다. 이는 상악골 전방이동술에 따른 비인두부의 확장에 따른 것이며, Hochban 등[8]의 주장과 일치하는 결과였다. 이러한 비인두부의 증가에 대해 Waite와 Vilos[17]은 상악의 후방이 상방이동되고 전진되면 후비공의 확장이 일어나고 상악의 재위치에 의해 비중격이 정렬되어 연구개가 전진함에 따라 비인두부의 증가를 나타낸다고 보고 있다.

수술에 따른 인두부 기도량의 변화는 설골과 혀의 위치와 연관이 있다. 두개저, 하악, 흉골, 견갑골, 혀, 인두 등과 연조직에 의해 연결되어 있는 설골은 이들과 기능적으로 밀접한 관계를 유지하고 있으며[18], 이에 따라 상대적으로 위치가 불안정하기 때문에 악교정수술 후 설골의 위치안정은 기도 및 술 후 안정성에 영향을 미칠 수가 있다. 설골의 위치 측정에 대해서는 일반적으로 두부 방사선 사진을 통한 연구가 이용되었는데, Stepovich[18]은 정확한 두부 위치를 재현하는 데 어려움이 있으며, 동일인에 있어서도 설골의 운동을 조절하기가 힘들다고 하였다. 설골의 위치는 촬영시의 두부 자세의 변화, 자세에 따른 경추의 위치변화, 연하, 하악의 기능운동 등과 같은 동작에 의해 설골의 위치가 어느 정도 영향을 받기 때문에, Bibby와 Preston[19]은 두부 자세에 의한 영향을 배제하기 위해 하악과 설골, 제3 경추를 연결하는 hyoid triangle을 발표한 바 있다. 이러한 설골 변화에 대한 연구로서 Takagi 등[20]은 하악 후방이동 수술 후 설골은 하방으로 이동하고 설근

역시 후방으로 이동하는데, 이러한 설골의 위치 변화는 혀의 후방 이동으로 인해 감소된 구인두부의 기도량을 보상하기 위한 것이라고 하였고, 시간이 경과함에 따라 설골의 위치는 점차 원래대로 회귀하려는 경향이 있다고 하였다. 또한 Wickwire 등[21]은 하악 후방이동 수술 후 후방으로 이동한 설골의 위치가 수술 후 기도유지를 위한 생리적 반사라고 보았으며, 기능적으로 줄어든 기도량에 대한 적응기간 동안 설골이 술 전의 위치로 돌아가는 것이 하악의 재귀와 관련이 있다고 하였고, 술 후 안정성의 여부가 설골과 연관이 있다고 보고하였다.

본 연구에서 실시한 설골의 위치 변화를 살펴보았을 때 그룹의 여부와 상관없이 설골은 하악골이 후방으로 이동됨에 따라 수술 직후 후방으로 현저하게 이동하는 양상을 보였으며, 시간이 지날수록 술 전의 위치로 회귀되는 양상을 보여주었다. 또한 수직적인 위치 변화는 수평적인 위치 변화보다 이른 시기에 일어난다는 것을 알 수 있다. 상악골의 전방이동 여부는 설골의 위치에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되며, 하악골 후방이동술 시 추가적으로 시행되는 이부성형술의 여부도 설골의 위치에는 크게 영향이 없는 것으로 생각한다.

악교정수술로 인한 하악의 후방이동은 혀의 위치나 형태에도 영향을 미치게 되며, 시간경과에 따라 순응을 하게 된다. 혀의 위치 변화에 대한 연구로 Wickwire 등[21]은 수술 직후 혀는 후방으로 이동함을 관찰하였고 장기간의 추적기간 동안 혀의 위치는 계속적으로 원래의 위치로 회귀하며 이러한 회귀의 양상은 설골의 위치 변화와 밀접한 연관이 있다고 하였다. Lew[1]는 하악 전돌증 환자의 치근단골절단술 후 혀 위치는 후상방으로 이동하는데 이는 일시적이며, 시간경과에 따라 정상의 위치로 회복되는 양상을 보인다고 하였다. Lee[22]는 수술로 후방이동된 설 형태는 원래의 상태로 되돌아가지 않으며 전후방적으로 다소 단축된 상태로 설근부의 위치 변화에 따라 순응한다고 하였다.

본 연구에서는 보다 정확한 설 위치를 평가하기 위하여 epiglottis의 정점을 기준으로 하는 설상방부의 수평이동량과 연구개의 최하방점을 기준으로 하는 설하방부의 수평이동량을 각각 나누어 측정하였다. 설상방부의 수평이동량은 수술 직후 후방이동된 양상을 보여주며 수술 후 3~6개월 뒤, 수술 후 1년 뒤 전방으로 회귀하는 양상을 보이지만 최종적으로 술 전보다 후방으로 이동된 양상을 보여주었다. 이와 같은 결과는 그룹 1, 그룹 2, 그룹 3 모두에서 동일한 양상을 보여주었으며, 그룹 간의 유의성은 없었다.

설하방부의 수평이동량은 설상방부와는 다르게 수술 직후 후방으로 이동되었던 위치가 시간이 지남에 따라 회귀하여 수술 1년 후 술 전의 위치로 돌아가는 양상을 보여주며, 역시 그룹 간의 유의한 차는 보이지 않았다.

이러한 결과로 미루어 보아 설하방부에 비하여 설상방부의 위치는 장기간의 추적기간 후에도 술 전의 위치로 회귀되지 않는

양상을 보여주며, 회귀되지 않은 설상방부의 영향으로 구인두부의 기도량이 영향을 받아 술 전보다 기도량의 감소가 일어난 것으로 생각된다. 또한 하인두부의 기도량은 설하방부, 설골의 위치와 연관이 있는 것으로 생각하며 하인두부와 설하방부, 설골의 위치 모두 장기간의 추적 기간 동안 술 전의 위치로 회귀되는 양상을 보여주고 있다. 이러한 결과는 Takagi 등[20], Lew[1]의 연구결과와도 거의 일치한다.

본 연구에서 측정된 B point의 위치변화는 술 후 하악골의 전방으로의 회귀량을 측정하기 위한 것으로 그룹 1과 그룹 2 사이에서는 모두 1.8 mm로 유의한 차이를 보이지 않았고, 양악수술을 시행한 그룹 3에서도 1.2 mm의 전방 회귀량을 보여 결과적으로 그룹 1과 유의한 차이를 보이지 않았다. Park 등[23]은 15명의 양악수술을 받은 환자군과 20명의 편악수술을 받은 환자군의 회귀량 조사결과 B point를 기준으로 하는 수평회귀량에 대해 두 그룹 사이의 유의한 차이가 없다고 발표하였으며, 이의 연구는 본 연구 결과와도 일치한다. Ive 등[24]은 이러한 회귀에 영향을 미치는 요소로서 하악 평면각의 크기, 약간 고정기간 및 하악골의 이동량, 저작근 및 상설골근의 작용 등이 있다고 하였다.

본 연구에서는 하악 단독 수술군과 양악수술군, 하악단독 수술군에 이부성형술을 추가적으로 시행한 군에서 후인두부 기도량과 설골 및 혀의 위치 변화를 조사하여, 하악 단독 수술군과 상악 전방이동술 및 이부성형술이 기도 주변 조직에 영향을 미치는지를 알아보기 위한 것으로, 하악골 후방 이동술 시행 시 일어나는 일련의 연조직 변화는 하악이 후퇴됨에 따라 좁아진 기도량을 보상하기 위한 일련의 과정이라고 생각한다. 상악골 전방이동 수술시 후방의 연구개 또한 전방으로 이동되어 비인두부의 기도량은 증가하며, 악교정 수술 후 인후기도공간의 변화, 설골과 혀의 위치변화는 하악 이부 전진술 유무에 따른 차이가 없었다.

결론

골격성 III급 부정교합자의 악교정 수술 후 수술방법에 따른 설골, 혀의 위치 변화 및 기도량 변화의 비교를 위해 단국대학교 치과대학 부속치과병원 구강악안면외과에서 악교정 수술을 받고 술 후 1년 이상 추적조사가 가능했던 남자 16명, 여자 14명 총 30명을 대상으로 각각의 수술방법에 따라 하악골 후방이동술만을 받은 그룹 1, 하악골 후방이동술 및 이부성형술을 받은 그룹 2, 하악골 후방이동술과 상악골 전방이동술을 받은 그룹 3으로 나누었다. 위 대상의 술 전, 수술 직후 1주일 이내, 수술 후 3~6개월, 수술 후 1년 이상 경과 후의 측모 두부 규격 방사선사진 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다(Fig. 4~6).

1. 골격성 III급 부정교합자의 편악수술시 수술 직후 비인두부 기도량, 구인두부 기도량, 하인두부 기도량의 감소가 일어나며, 이러한 변화는 술 후 연구개의 부종 및 후방이동, 마취와 수술과정

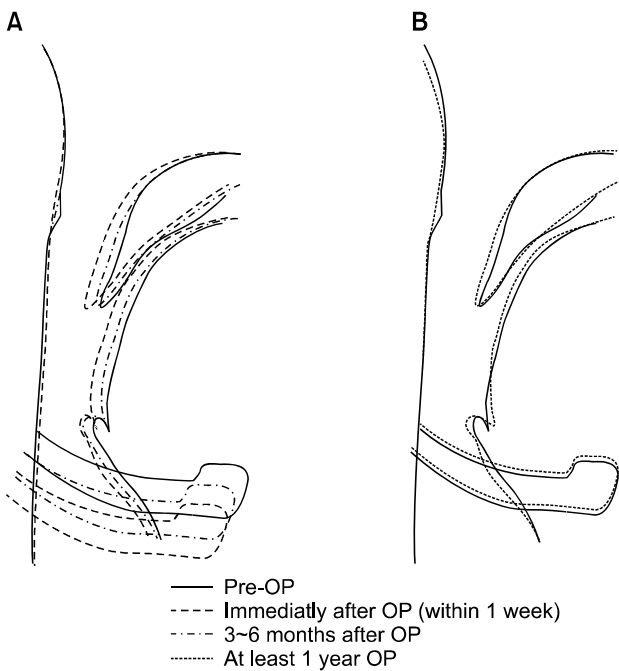


Fig. 4. Comparison of the change in pharyngeal airway space, tongue and hyoid bone positions in group 1 (only BSSRO). (A) Between Pre-OP, Post-OP within 1 week, Post-OP within 3~6 months. (B) Between Pre-OP, 1 year after post-OP. BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; OP, operation.

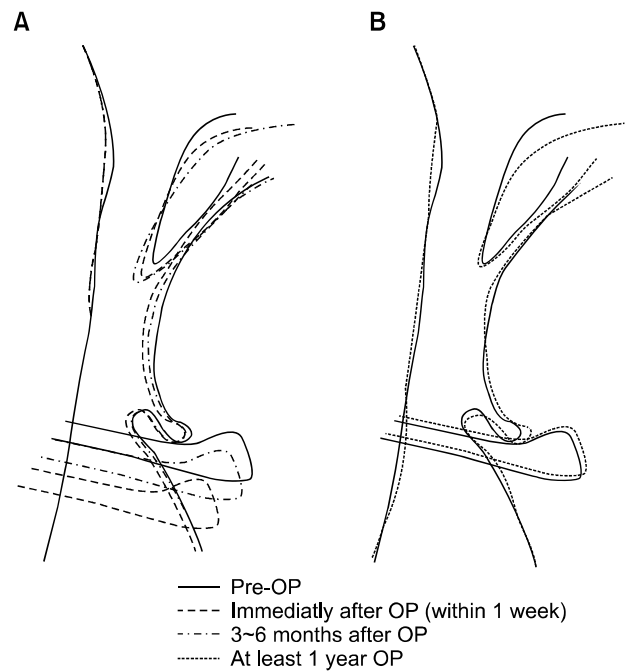


Fig. 6. Comparison of the change in pharyngeal airway space, tongue and hyoid bone positions in group 3 (BSSRO+Lefert 1 osteotomy). (A) Between Pre-OP, Post-OP within 1 week, Post-OP within 3~6 months. (B) Between Pre-OP, 1 year after post-OP. BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; OP, operation.

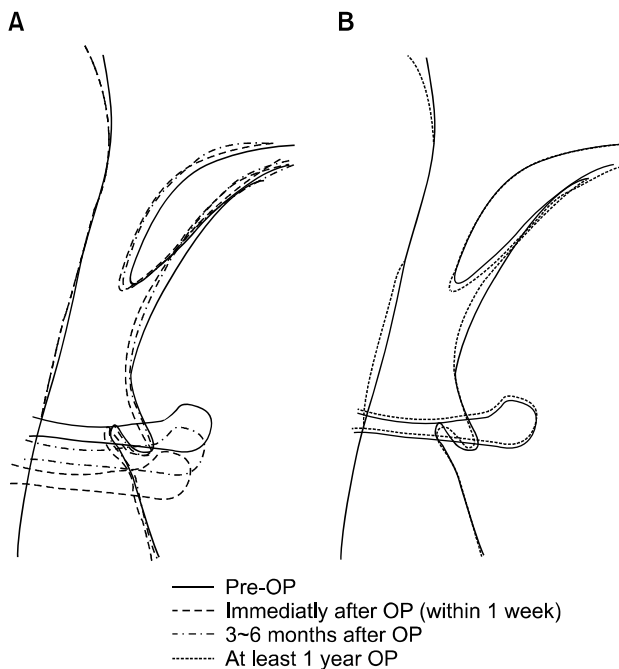


Fig. 5. Comparison of the change in pharyngeal airway space, tongue and hyoid bone positions in group 2 (BSSRO+genioplasty). (A) Between Pre-OP, Post-OP within 1 week, Post-OP within 3~6 months. (B) Between Pre-OP, 1 year after post-OP. BSSRO, bilateral sagittal split ramus osteotomy; OP, operation.

에서의 인두후벽의 자극과 관련이 있는 것으로 생각한다.

2. 편악수술시 수술 직후 감소된 비인두부 기도량과 하인두부 기도량은 술 후 1년 뒤 술 전의 위치로 회복되며 구인두부의 기도량은 술 전의 위치보다 감소된 양상을 보여주었다. 이는 장기간 회귀되지 않은 설상부의 영향으로 구인두부의 기도량의 감소가 일어난 것으로 생각한다.

3. 악교정 수술 후 인후기도공간의 변화, 설골과 혀의 위치변화는 하악 이부 전진술 유무에 따른 차이가 없었다.

4. 상악골 전방이동 수술시 후방의 연구개 또한 전방으로 이동되어 비인두부의 기도량은 증가하며, 이러한 전방이동 양상은 조사된 술 후 기간 전체에서 관찰되었다.

5. 이부성형술이나 상악골 전방이동술의 여부에 상관없이 하악 후방이동수술에 따라 설골은 후후방으로 이동하고 시간이 지날수록 술 전의 위치로 회귀되었다. 설골의 수직적인 위치 변화가 수평적인 위치 변화보다 이른 시기에 일어났으며, 이러한 설골의 위치변화는 하악의 후방이동에 따른 기도량이 감소되는 것에 대한 보상작용으로 생각한다.

6. 수술 직후 수술방법에 상관없이 혀는 전체적으로 후방이동되며 장기간에 걸쳐 설하부는 술 전으로 회귀되지만 설상부는 술 전의 위치보다 후방에 위치하여 결과적으로 구인두의 기도량은 술 전 상태로 회복되지 않았다.

이상의 결과들로 하악골 후방이동수술을 통한 연조직변화에

다른 기도량의 변화 및 설골, 혀의 위치 변화를 알 수 있었으며, 이의 변화는 기도적정을 유지하기 위한 보상기전 중의 하나인 것으로 생각한다. 다만 이러한 보상작용이 일어나기 전 수술 직후 좁아진 기도면적에 따른 환자의 철저한 기도확보 및 감시가 필요 할 것으로 생각하며, 상악골 전방이동술에 따른 비인두부의 기도량의 증가를 토대로 술 전 수면무호흡증과 같은 기도폐쇄 위험이 있는 환자에 있어서 하악골 후방이동 단독술보다는 상악골 전방이동술을 동시에 시행하는 양악수술을 추천하는 바이다.

References

1. Lew KK. Changes in tongue and hyoid bone positions following anterior mandibular subapical osteotomy in patients with Class III malocclusion. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1993;8:123-8.
2. Rix RE. Some observations upon the environment of the incisors. *Dent Rec* 1953;73:427-41.
3. Ballard CF. The etiology of malocclusion, an assessment. *Dent Practit* 1957;8:42.
4. Greco JM, Frohberg U, Van Sickels JE. Long-term airway space changes after mandibular setback using bilateral sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990;19:103-5.
5. Athanasiou AE, Toutountzakis N, Mavreas D, Ritzau M, Wenzel A. Alterations of hyoid bone position and pharyngeal depth and their relationship after surgical correction of mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100:259-65.
6. Wenzel A, Williams S, Ritzau M. Relationships of changes in craniofacial morphology, head posture, and nasopharyngeal airway size following mandibular osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:138-43.
7. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C, Ware W. Obstructive sleep apnea syndrome following surgery for mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:450-2.
8. Hochban W, Schürmann R, Brandenburg U, Conradt R. Mandibular setback for surgical correction of mandibular hyperplasia—does it provoke sleep-related breathing disorders? *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996;25:333-8.
9. De Ponte FS, Brunelli A, Marchetti E, Bottini DJ. Cephalometric study of posterior airway space in patients affected by Class II occlusion and treated with orthognathic surgery. *J Craniofac Surg* 1999;10:252-9.
10. Tselnik M, Pogrel MA. Assessment of the pharyngeal airway space after mandibular setback surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2000;58:282-5.
11. Marşan G, Cura N, Emekli U. Changes in pharyngeal (airway) morphology in Class III Turkish female patients after mandibular setback surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 2008;36:341-5.
12. Gu G, Gu G, Nagata J, *et al.* Hyoid position, pharyngeal airway and head posture in relation to relapse after the mandibular setback in skeletal Class III. *Clin Orthod Res* 2000;3: 67-77.
13. Degerliyurt K, Ueki K, Hashiba Y, Marukawa K, Nakagawa K, Yamamoto E. A comparative CT evaluation of pharyngeal airway changes in class III patients receiving bimaxillary surgery or mandibular setback surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:495-502.
14. Chen F, Terada K, Hua Y, Saito I. Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:372-7.
15. Park HS, Bae JS, Kim KH, Park KH, Huh JK. Cephalometric study of posterior airway space and hyoid bone position in patients affected by class 2 malocclusion and treated with orthognathic surgery. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2001;23:540-52.
16. Enacar A, Aksoy AU, Sençift Y, Haydar B, Aras K. Changes in hypopharyngeal airway space and in tongue and hyoid bone positions following the surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1994;9:285-90.
17. Waite PD, Vilos GA. Surgical changes of posterior airway space in obstructive sleep apnea. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2002;14:385-99.
18. Stepovich ML. A cephalometric positional study of the hyoid bone. *Am J Orthod* 1965;51:882-900.
19. Bibby RE, Preston CB. The hyoid triangle. *Am J Orthod* 1981; 80:92-7.
20. Takagi Y, Gamble JW, Proffit WR, Christiansen RL. Postural change of the hyoid bone following osteotomy of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1967;23:688-92.
21. Wickwire NA, White RP Jr, Proffit WR. The effect of mandibular osteotomy on tongue position. *J Oral Surg* 1972;30: 184-90.
22. Lee SH. A study of relapse and position of hyoid bone following orthognathic surgery. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 1991;13:476-90.
23. Park JW, Lee ET, Min SK, Lee DK. Stability of two-jaw surgery and single mandibular surgery in mandibular prognathism. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2002;24:406-14.
24. Ive J, McNeill RW, West RA. Mandibular advancement: skeletal and dental changes during fixation. *J Oral Surg* 1977;35: 881-6.