



골격성 III급 부정교합 환자에서 하악골의 이동량과 교합평면의 변화에 따른 술 후 안정성

이정한 · 김성희 · 백영재 · 안경용 · 황대석 · 김용덕 · 김옥규

부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

Abstract

Skeletal Stability after Orthognathic Surgery in Severe Skeletal Class III Malocclusion Patients according to Changes in Anteroposterior Discrepancy and Occlusal Planes

Jung-Han Lee, Sung-Hee Kim, Young-Jae Baek, Kyung-Yong Ahn,
Dae-Seok Hwang, Yong-Deok Kim, Uk-Kyu Kim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Pusan National University

Purpose: The purpose of this study was to evaluate postsurgical facial hard tissue stability after orthognathic surgery with/without posterior impaction in skeletal class III malocclusion patients, and to evaluate the horizontal relapse tendency, according to changes in anteroposterior discrepancy and occlusal planes.

Methods: Ninety patients, who had undergone orthognathic surgery in Pusan National University Dental Hospital, were enrolled in this study. Three main groups were classified as follows: Thirty patients underwent mandibular setback bilateral sagittal split ramus osteotomy (BSSRO) only (BSSRO group, BG); another thirty patients underwent mandibular setback BSSRO and Le Fort I osteotomy with posterior impaction (posterior impaction group, PG); and another thirty patients underwent mandibular setback BSSRO and Le Fort I osteotomy without posterior impaction (non-posterior impaction group, NPG). Preoperative (T0), immediate postoperative (T1) and six-month follow-up period (T2) lateral cephalograms were taken, and various parameters were measured. The analyses were done by linear and angular measurements between T0-T1 and T1-T2, to evaluate postsurgical facial hard tissue stability.

Results: Mean horizontal relapse rates were distributed from 11.81% to 19.08%, and there were significant postsurgical changes (0.52 mm~2.44 mm) at the B point in all 3 groups. But, there were no statistical differences on relapse rate among BG, PG and NPG patients.

Conclusion: In this study, the postsurgical stabilities of BSSRO and Le Fort I osteotomy with/without posterior impaction in skeletal class III malocclusion patients were acceptable. There were no significant statistical differences in mandibular stability according to changes in anteroposterior discrepancy and occlusal planes.

Key words: Mandibular prognathism, Stability, Relapse, Maxillary impaction

원고 접수일 2012년 8월 27일, 원고 수정일 2012년 8월 28일,
게재 확정일 2012년 11월 22일

책임저자 김옥규

(626-870) 양산시 물금읍 부산대학교 49, 부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면
외과학교실

Tel: 055-360-5100, Fax: 055-360-5104, E-mail: kuksjs@pusan.ac.kr

RECEIVED August 27, 2012, REVISED August 28, 2012,
ACCEPTED November 22, 2012

Correspondence to Uk-Kyu Kim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Pusan
National University

49, Busandaehak-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 626-870, Korea

Tel: 82-55-360-5100, Fax: 82-55-360-5104, E-mail: kuksjs@pusan.ac.kr

© 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

하악전돌증은 두개안면부의 외형이 비정상적인 골격구조로 성장하여 심미적, 기능적인 면에서 문제를 유발하는 악안면부 기형 중 하나로, 동양인에서 흔하게 나타난다. 이는 하악의 성장이 과도하거나 상악의 성장이 상대적으로 부족해서 하악이 상대적으로 돌출된 양상을 보이는 골격성 III급 부정교합으로 장안모와 전치부 반대교합 등의 특징적인 소견을 보인다. 하악전돌증 환자에서 전후방 및 수직적 악골의 부조화가 심하거나 부조화가 경미하더라도 안모에 대한 심미적 개선에 대한 요구도가 클 경우, 교정적 치료만으로는 만족스러운 결과를 얻기 어려우며 저작과 발음과 같은 기능적 문제가 있어 악교정수술을 고려하여야 한다.

통상적으로 하악전돌증의 수술은 하악골의 후방이동으로 이뤄지는데, 하악골의 이동이 단독으로 시행될 수도 있고, 상악골의 이동이 동반되어 시행될 수도 있다. 골격적 부조화의 정도가 심하거나 상악골의 부조화가 함께 동반되는 경우 하악수술만으로는 만족스러운 결과를 얻기 어려운 경우가 많으며, 양악수술의 경우에 보다 안정적이고 개선된 결과를 얻을 수 있다. 또한 최근에는, 작고, 가름한 얼굴형을 선호하는 현대인들의 요구와 잘 부합하는 상악골의 회전이동을 동반한 양악수술이 많이 시행되고 있다. 2008년부터 부산대학교 치과병원 구강악안면외과에서 시행된 악교정수술을 살펴보면, 편악수술의 비율이 높았던 과거에 비해 최근에는 양악수술의 비율이 지속적으로 높아지고 있으며, 특히, 상악골 후상방 회전이동을 통한 양악수술의 비율이 증가하여 나타났다(Fig. 1).

한편, 악교정수술에 있어서 술 후 회귀현상은 여전히 많은 논란

의 대상이며, 그에 대한 수많은 연구가 진행되어왔다. 악교정수술 후의 안정성이 부족한 경우 술 후 재발을 야기할 수 있으며 이는 안모의 심미성을 저해할 뿐만 아니라 적은 양의 변화만 생겨도 수술 후의 교합상태에는 심각한 이상을 초래할 수 있다. 또한 악교정수술의 안정성에 관한 연구 중 Proffit 등[1]에 따르면, 하악골 후방이동 수술은 상악골 하방 재위치술과 상악골 수평 확장술 다음으로 안정성이 떨어지는 수술이라고 하였다.

술 후 회귀현상은 여러 가지 요소가 복합적으로 관련되어 있다고 보고되어 왔으며[2,3], 그 원인으로는 하악과두의 위치 변화, 하악근심 골편의 위치 변화, 연조직 및 근육의 장력으로 인한 원심골편의 이동, 악간고정 기간, 하악골의 이동량, 술 전, 후 교정치료의 시행 여부, 골편의 고정 방법 등 매우 다양하게 보고되고 있다. 하지만 악골 이동량과 이동방향 등 다중 요소에 따른 회귀 정도를 관찰한 논문은 드문 편이다.

이에 본 연구에서는 하악전돌증 환자에서 하악골의 후방이동량 및 교합평면의 변화에 따른 수술 후 회귀율의 상관성을 산출하여 안정성에 대한 평가를 하고자 한다.

연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 2009년 9월부터 2011년 9월까지 부산대학교 치과병원 구강악안면외과에서 하악전돌증으로 진단 받고 편악수술 및 양악수술을 시행 받은 90명의 환자를 대상으로 하였다. 대상은 골격성 III급 부정교합자 중 성장이 완료된 환자로, 이전의 안면부의 수술 경력이 있는 환자, 안면부의 선천적 결손이나 구순구개열을 포함하는 증후군이 있는 환자, 안면부의 외상의 병력이 있는 환자, 하악의 편측 변위가 심한 비대칭 환자(menton 기준 4 mm 이상) 및 선수술을 시행한 환자는 제외하였다.

연구 대상 중, 편악수술로 하악골의 양측성 하악지 시상분할 골절단술(bilateral sagittal split ramus osteotomy, BSSRO)만 시행한 30명의 환자들을 BSSRO group (BG), 양악수술에 있어서 BSSRO와 상악골의 후상방 회전이동을 동반한 Le Fort I 골절단술을 시행한 30명의 환자들을 후상방 회전이동군(posterior impaction group, PG), 양악수술에 있어서 BSSRO와 상악골의 후상방 회전이동을 동반하지 않은 Le Fort I 골절단술을 시행한 30명의 환자들을 후상방 비회전이동군(non-posterior impaction group, NPG)으로 나누었다.

상악골의 후상방 회전이동에 따른 분류에서는, Reyneke 등[4]에 따라, 술 전과 비교하였을 때, 술 후 tracing에서 교합 평면각이 2° 이상 시계방향으로 회전한 경우를 후상방 회전이동군(PG)으로, 교합 평면각이 2° 미만의 변화를 보인 경우를 후상방 비회전이동군(NPG)으로 정하였다. 교합 평면각이 -2° 이하의 변화를 보

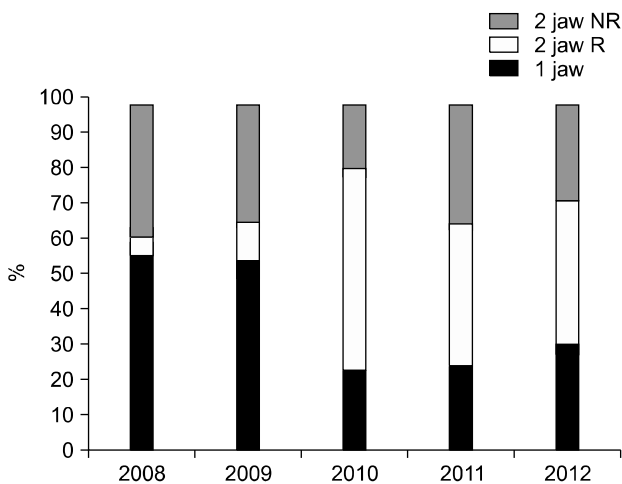


Fig. 1. Annual trend of the surgical treatment modality of orthognathic surgery in Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Pusan National University Dental Hospital, Korea. 2 jaw NR, bimaxillary surgery without posterior impaction; 2 jaw R, bimaxillary surgery with posterior impaction; 1 jaw, bilateral sagittal split ramus osteotomy.

인, 상악골의 반시계방향 회전이동의 증례는 제외하였다. 또한, 하악골의 후방이동량에 따른 분류로, Nakajima 등[5]의 제안에 따라 각 군의 환자들을 하악골의 후방이동량이 B point 기준으로 10 mm 이상 크게 시행된 환자(severe, S)들과 10 mm 미만으로 시행된 환자(mild, M)들로 나누었다(Table 1).

2. 수술방법

모든 편악수술은 하악골의 양측성 시상분할 골절단술(BSSRO)을 시행하였으며, 모든 양악 수술은 하악골의 BSSRO와 상악골의 Le Fort I osteotomy를 시행하였다. 모든 수술은 부산대학교병원 구강악안면외과에서 동일한 수술 방식으로 이루어졌으며, 모든 상악골은 L자형 금속판(1.5 mm 4-hole miniplate)을 좌, 우 양측으로 2개씩 사용하여 고정하였으며 하악은 3개씩의 금속 나사(직경 2.0 mm, 길이 16 mm)를 사용하여 고정시켰다. 약간 고정(maxillomandibular fixation)은 수술용 스텐트를 사용하여 술 후 5일간 적용되었고, 이후 약 4주간 수술용 스텐트를 이용하여 개구운동 및 물리치료를 실시하였다.

Table 1. Sex and age distribution of study

Group (n=15)	Female/Male	Mean age
BG (M)	8/7	25.73 (±6.98)
BG (S)	6/9	22.27 (±3.33)
PG (M)	5/10	24.53 (±3.85)
PG (S)	11/4	22.67 (±2.92)
NPG (M)	11/4	22.87 (±3.36)
NPG (S)	11/4	23.67 (±3.15)

BG, bilateral sagittal split ramus osteotomy group; PG, posterior impaction group; NPG, non-posterior impaction group; (M), mild group; (S), severe group.

3. 연구방법

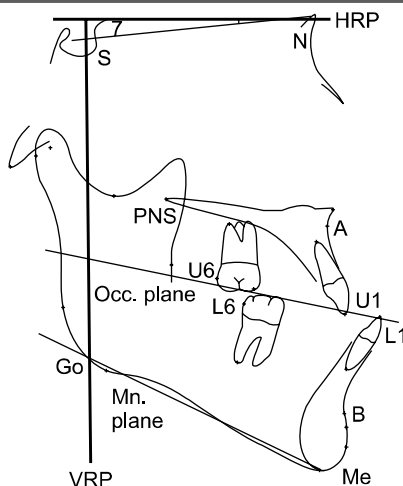
두 그룹 모두 수술 전(T0), 수술 직후(T1), 추적관찰기간(수술 후 6개월, T2)에 각 환자의 측모 두부규격 방사선사진(Cephalometer, PM 2002 CC proline, Planmeca, Helsinki, Finland)을 촬영하고, V-Ceph 6.0 (Cybermed, Seoul, Korea)을 이용하여 동일한 분석자가 각 계측항목을 측정하였다. 계측기준선으로 수평기준선(horizontal reference plane, HRP)은 Nasion을 지나면서 Sella-Nasion (SN) 선을 7° 회전시킨 선으로 정하였고, 수직기준선(vertical reference plane, VRP)은 Sella를 지나면서 수평기준선에 수직인 선으로 설정하였으며, 이에 대하여 경조직의 각 계측점까지의 수직, 수평거리를 측정하고 각도 계측을 시행하였다(Table 2).

4. 통계분석

얻어진 계측항목에 대하여 SPSS for Mac ver. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 다음의 항목에 대한 통계처리를 시행하였다. 술 전(T0), 수술 직후(T1), 추적관찰기간(T2, 수술 후 6개월)의 계측항목에 대한 측정값을 구하였다. 계측항목의 측정값에 대한 신뢰성을 평가하기 위해 1차 계측 후 2주째 동일한 분석자가 무작위로 30명에 대한 계측항목을 재측정하여 측정값을 구하였다. 얻어진 측정값 간의 신뢰성 검증을 시행하기 위해 paired t-test를 이용하였고, 그 결과 각각의 측정값들의 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$).

각 group 내의 얻어진 측정값들은 paired t-test를 이용하여 술 전(T0), 수술 직후(T1), 추적관찰 기간(술 후 6개월, T2)의 변화에 대해 검정하여($P < 0.05$), 수술 직후 변화(T0-T1)와, 술 후 추적관찰 기간 중의 변화(T1-T2)를 평가하였다. 또한, 각

Table 2. Anatomic landmarks, reference lines & measurements



- Horizontal measurements (mm)
 - VRP to PNS: distance from VRP to PNS
 - VRP to A: distance from VRP to A-point
 - VRP to B: distance from VRP to B-point
- Vertical measurements (mm)
 - HRP to PNS: distance from HRP to PNS
 - HRP to A: distance from HRP to A-point
 - HRP to B: distance from HRP to B-point
- Angular measurements (°)
 - SNA: angle between SN line and A point
 - SNB: angle between SN line and B point
 - Occlusal plane angle: angle between HRP and occlusal plane
 - Mn. plane angle: angle between HRP and mandibular plane

S, sella; N, nasion; HRP, horizontal reference plane; PNS, posterior nasal spine; VRP, vertical reference plane.

group의 시기별 하악 전방부 위치점인 B point의 계측값을 paired ttest로 검정하였고, One-way ANOVA의 Tukey multiple comparison test를 사용하여, 각 group 간의 B point의 전후방적 골격적 안정성을 비교 평가하였다.

결 과

1. 하악골 시상분할 골절단술을 시행한 군(BG)

하악골 시상분할 골절단술을 시행한 이동량이 적은 M group에서는 악교정수술 후 평균 골격 이동량은 술 전(T0)에서 수술 직후(T1)까지 하악골의 B point 기준으로 평균 3.01 mm 후방이동, 0.21 mm 하방이동하였다.

하악골 시상분할 골절단술을 시행한 이동량이 많은 S group에서는 악교정수술 후 평균 골격 이동량은 술 전(T0)에서 수술 직후(T1)까지 하악골의 B point 기준으로 평균 14.76 mm 후방이동, 2.59 mm 상방이동하였다.

1) BSSRO, M group: BG (M)의 변화

수술적 변화(T0-T1)값에서는 SNB 및 하악골의 수평적 이동 측정값인 VRP to B에서 유의한 변화를 보였으며, 후방 안모고경 (posterior facial height, PFH)이 유의하게 증가하였다. 추적관찰기간 중의 변화(T1-T2)값에서는 VRP to B에서 유의할만한 회귀현상이 관찰되었고, SNB, Occlusal plane angle, Mn. plane angle에서 각각 유의성 있는 변화가 관찰되었다($P < 0.05$, Table 3).

2) BSSRO, S group: BG (S)의 변화

수술적 변화(T0-T1)값에서는 SNB 및 하악골의 수평, 수직적

이동 측정값인 VRP to B, HRP to B에서 유의한 변화를 보였으며, PFH가 유의하게 증가하였다. 추적관찰기간 중의 변화(T1-T2)값에서는 VRP to B에서 유의할만한 회귀현상이 관찰되었고, SNB, Mn. plane angle에서 각각 유의성 있는 변화가 관찰되었다($P < 0.05$, Table 3).

2. 상악골의 후상방 회전이동군(PG)

상악골의 후상방 회전이동을 동반한 양악수술을 시행한 M group에서는 악교정수술 후 평균 골격이동량은 술 전(T0)에서 수술 직후(T1)까지 상악의 A point 기준으로 평균 1.74 mm 전방이동, 2.86 mm 상방이동하였으며, PNS point 기준으로 평균 1.99 mm 전방이동, 6.76 mm 상방이동하였다. 하악의 B point 기준으로 평균 3.30 mm 후방이동, 4.24 mm 상방이동하였다.

상악골의 후상방 회전이동을 동반한 양악수술을 시행한 S group에서는 악교정수술 후 평균 골격이동량은 술 전(T0)에서 수술 직후(T1)까지 상악의 A point 기준으로 평균 1.50 mm 전방이동, 1.84 mm 상방이동하였으며, PNS point 기준으로 평균 3.20 mm 전방이동, 5.88 mm 상방이동하였다. 하악의 B point 기준으로 평균 12.70 mm 후방이동, 4.57 mm 상방이동하였다.

1) Posterior impaction, M group: PG (M)의 변화

수술적 변화(T0-T1)값에서는 PFH를 제외한 SNA, SNB, Occlusal plane angle, Mn. plane angle 및 상악골의 수평, 수직적 이동 측정값인 VRP to A, HRP to A, VRP to PNS, HRP to PNS에서 유의한 변화를 보였으며, 하악골의 수평, 수직적 이동 측정값인 VRP to B, HRP to B에서 유의성 있는 변화를

Table 3. Surgical and postsurgical change of BG (BSSRO group)

Measurements		Mild group		Severe group	
		Difference	P-value	Difference	P-value
VRP to B (mm)	T0-T1	3.01 (1.92)	0.000*	14.76 (4.13)	0.000*
	T1-T2	-0.53 (0.85)	0.001*	-2.44 (3.28)	0.004*
HRP to B (mm)	T0-T1	-0.21 (1.89)	0.679	2.59 (3.62)	0.015*
	T1-T2	-0.39 (2.65)	0.574	0.35 (3.65)	0.714
AFH (mm)	T0-T1	-0.74 (2.20)	0.212	1.48 (2.85)	0.064
	T1-T2	-1.07 (3.20)	0.215	-0.46 (3.21)	0.586
PFH (mm)	T0-T1	-3.00 (4.43)	0.020*	-2.00 (2.25)	0.004*
	T1-T2	1.88 (4.98)	0.165	3.42 (3.62)	0.003*
SNB (°)	T0-T1	2.27 (0.99)	0.000*	7.27 (1.28)	0.000*
	T1-T2	-0.41 (0.49)	0.006*	-1.05 (0.90)	0.000*
Occlusal plane angle (°)	T0-T1	0.43 (1.98)	0.415	-0.53 (2.54)	0.437
	T1-T2	-1.32 (1.57)	0.006*	1.45 (2.67)	0.054
Mn. plane angle (°)	T0-T1	0.08 (2.95)	0.920	-1.33 (2.85)	0.092
	T1-T2	-2.36 (3.22)	0.013*	-2.49 (2.81)	0.004*

Values are presented as mean (standard deviation). (+) value, posterior or superior movement; (-) value, anterior or inferior movement. VRP, vertical reference plane; HRP, horizontal reference plane; AFH, anterior facial height; PFH, posterior facial height. * $P < 0.05$.

보였고, 전방 안모고경(anterior facial height, AFH)이 유의하게 감소하였다. 추적관찰기간 중의 변화(T1-T2)값에서는 상악골의 모든 측정값에서 유의성 있는 변화는 관찰되지 않았으나, 하악골의 VRP to B에서 유의할만한 회귀현상을 보였으며 HRP to B는 유의하게 감소하였다. 또한, PFH, Mn. plane angle에서 각각 유의성 있는 변화가 관찰되었다($P < 0.05$, Table 4).

2) Posterior impaction, S group: PG (S)의 변화

수술적 변화(T0-T1)값에서는 VRP to A와 Mn. plane angle을 제외한 SNA, SNB, Occlusal plane angle 및 상악골의 수평, 수직적 이동 측정값인 HRP to A, VRP to PNS, HRP to PNS에서 유의한 변화를 보였으며, 하악골의 수평, 수직적 이동 측정값인 VRP to B, HRP to B에서 유의성 있는 변화를 보였고, AFH, PFH가 유의하게 감소하였다. 추적관찰기간 중의 변화(T1-T2)값에서는 상악골의 모든 측정값에서 유의성 있는 변화는 관찰되지 않았으나, 하악골의 VRP to B에서 유의할만한 회귀현상을 보였다. 또한, SNA, PFH, Mn. plane angle에서 각각 유의성 있는 변화가 관찰되었다($P < 0.05$, Table 4).

3. 상악골의 후상방 비회전이동군(NPG)

상악골의 후상방 회전이동을 동반하지 않은 양악수술을 시행한 M group에서는 악교정 수술 후 평균 골격이동량은 술 전(T0)에

서 수술 직후(T1)까지 상악의 A point 기준으로 평균 0.70 mm 후방이동, 3.26 mm 상방이동하였으며, PNS point 기준으로 평균 0.60 mm 후방이동, 1.95 mm 상방이동하였다. 하악의 B point 기준으로 평균 2.74 mm 후방이동, 2.96 mm 상방이동하였다.

상악골의 후상방 회전이동을 동반하지 않은 양악수술을 시행한 S group에서는 악교정수술 후 평균 골격이동량은 술 전(T0)에서 수술 직후(T1)까지 상악의 A point 기준으로 평균 0.59 mm 후방이동, 1.41 mm 상방이동하였으며, PNS point 기준으로 평균 0.69 mm 후방이동, 2.59 mm 상방이동하였다. 하악의 B point 기준으로 평균 12.16 mm 후방이동, 2.90 mm 상방이동하였다.

1) Non-posterior impaction, M group: NPG (M)의 변화

수술적 변화(T0-T1)값에서는 AFH, SNB, Mn. plane angle 및 상악골의 수직적 이동 측정값인 HRP to A, HRP to PNS에서 유의한 변화를 보였으며, 하악골의 수평이동 측정값인 VRP to B에서 유의성 있는 변화를 보였다. 추적관찰 기간 중의 변화(T1-T2)값에서는 상악골의 모든 측정값에서 유의성 있는 변화는 관찰되지 않았으나, 하악골의 HRP to B가 유의하게 감소하였으며, VRP to B에서 유의할만한 회귀현상이 관찰되었고, PFH, Mn. plane angle에서 각각 유의성 있는 변화가 관찰되었다($P < 0.05$,

Table 4. Surgical and postsurgical change of PG (posterior impaction group)

Measurements		Mild group		Severe group	
		Difference	P-value	Difference	P-value
VRP to PNS (mm)	T0-T1	-1.99 (1.90)	0.001*	-3.20 (3.17)	0.002*
	T1-T2	1.19 (0.67)	0.542*	0.44 (1.25)	0.195
HRP to PNS (mm)	T0-T1	6.76 (1.87)	0.000*	5.88 (1.76)	0.000*
	T1-T2	-0.30 (1.06)	0.282	-0.06 (1.06)	0.821
VRP to A (mm)	T0-T1	-1.74 (2.48)	0.017*	-1.50 (4.55)	0.223
	T1-T2	-0.42 (1.28)	0.222	0.79 (2.67)	0.272
HRP to A (mm)	T0-T1	2.86 (2.03)	0.000*	1.84 (3.13)	0.039*
	T1-T2	0.18 (1.94)	0.721	0.08 (2.09)	0.885
VRP to B (mm)	T0-T1	3.30 (1.67)	0.000*	12.70 (2.35)	0.000*
	T1-T2	-0.52 (0.47)	0.000*	-1.50 (1.82)	0.004*
HRP to B (mm)	T0-T1	4.24 (5.43)	0.005*	4.57 (4.61)	0.002*
	T1-T2	2.20 (2.89)	0.004*	1.53 (2.96)	0.064
AFH (mm)	T0-T1	5.54 (3.79)	0.000*	4.60 (3.78)	0.000*
	T1-T2	1.47 (3.35)	0.075	1.44 (3.42)	0.125
PFH (mm)	T0-T1	1.39 (3.18)	0.253	2.31 (4.01)	0.043*
	T1-T2	3.86 (2.70)	0.000*	3.85 (4.14)	0.003*
SNA (°)	T0-T1	-2.13 (2.49)	0.005*	-1.88 (2.54)	0.013*
	T1-T2	0.29 (1.60)	0.497	0.72 (1.18)	0.033*
SNB (°)	T0-T1	2.31 (1.46)	0.000*	6.87 (2.14)	0.000*
	T1-T2	-0.23 (1.29)	0.344	-0.72 (1.42)	0.071
Occlusal plane angle (°)	T0-T1	-4.89 (1.37)	0.000*	-5.63 (2.81)	0.000*
	T1-T2	-0.24 (1.72)	0.601	0.59 (1.86)	0.238
Mn. plane angle (°)	T0-T1	1.80 (2.44)	0.013*	-1.58 (3.21)	0.078
	T1-T2	-1.23 (1.49)	0.007*	-1.71 (1.56)	0.001*

Values are presented as mean (standard deviation). (+) value, posterior or superior movement; (-) value, anterior or inferior movement. VRP, vertical reference plane; HRP, horizontal reference plane; AFH, anterior facial height; PFH, posterior facial height. * $P < 0.05$.

Table 5).

2) Non-posterior impaction, S group: NPG (S)의 변화

수술적 변화(T0-T1)값에서는 SNA, SNB 및 상악골의 수직적 이동 측정값인 HRP to PNS에서 유의한 변화를 보였으며, 하악골의 수평적 이동 측정값인 VRP to B에서 유의성 있는 변화를 보였다. 추적관찰기간 중의 변화(T1-T2)값에서는 상악골의 모든 측정값에서 유의성 있는 변화는 관찰되지 않았으나, 하악골의 VRP to B에서 유의할만한 회귀현상이 관찰되었으며, PFH, Mn. plane angle, SNB에서 각각 유의성 있는 변화가 관찰되었다($P < 0.05$, Table 5).

4. 하악골의 전후방 변화량과 교합평면의 변화에 따른 술 후 경조직의 안정성

모든 군에서 술 후 B point의 후방 이동에 따른 회귀율의 차이를 비교 분석하여 보았다. 평균 수평 회귀량은 모든 군에서 0.52 mm에서 2.44 mm까지로, 평균 수평 회귀율은 BG (M)에서 17.57%, BG (S)에서 16.53%, PG (M)에서 15.78%, PG (S)에서 11.81%, NPG (M)에서 19.08% 및 NPG (S)에서 14.79%로 나타났다. One-way ANOVA의 Tukey multiple comparison test를 사용하여 모든 group 간의 술 후 B point에서의 회귀율을 비교해본 결과 유의한 상관관계는 관찰되지는 않았다($P > 0.05$)(Table 6).

Table 5. Surgical and postsurgical change of NPG (non-posterior impaction group)

Measurements		Mild group		Severe group	
		Difference	P-value	Difference	P-value
VRP to PNS (mm)	T0-T1	0.60 (3.65)	0.535	0.69 (2.70)	0.340
	T1-T2	0.07 (2.30)	0.991	-0.47 (1.70)	0.303
HRP to PNS (mm)	T0-T1	1.95 (2.72)	0.015*	2.59 (3.24)	0.008*
	T1-T2	0.11 (0.99)	0.667	0.06 (2.12)	0.917
VRP to A (mm)	T0-T1	0.70 (3.52)	0.454	0.59 (4.16)	0.589
	T1-T2	-0.36 (2.29)	0.552	-0.19 (4.28)	0.867
HRP to A (mm)	T0-T1	3.26 (3.28)	0.002*	1.41 (3.68)	0.161
	T1-T2	-0.44 (2.41)	0.488	0.60 (3.85)	0.558
VRP to B (mm)	T0-T1	2.74 (1.82)	0.000*	12.16 (1.88)	0.000*
	T1-T2	-0.51 (1.40)	0.013*	-1.80 (2.68)	0.005*
HRP to B (mm)	T0-T1	2.96 (5.53)	0.057	2.90 (7.81)	0.173
	T1-T2	1.51 (2.05)	0.013*	2.04 (5.60)	0.179
AFH (mm)	T0-T1	4.82 (6.13)	0.009*	3.68 (8.25)	0.106
	T1-T2	0.35 (2.19)	0.542	1.71 (5.75)	0.270
PFH (mm)	T0-T1	-0.44 (5.02)	0.737	0.68 (4.35)	0.556
	T1-T2	2.61 (3.89)	0.021*	5.05 (6.70)	0.011*
SNA (°)	T0-T1	0.96 (3.38)	0.292	-2.27 (1.87)	0.000*
	T1-T2	-0.06 (1.35)	0.871	-0.07 (1.73)	0.875
SNB (°)	T0-T1	1.80 (1.12)	0.000*	5.95 (2.94)	0.000*
	T1-T2	-0.05 (0.71)	0.801	-1.32 (1.78)	0.013*
Occlusal plane angle (°)	T0-T1	0.58 (1.01)	0.222	-0.23 (1.12)	0.431
	T1-T2	-0.81 (1.90)	0.122	-0.25 (2.46)	0.695
Mn. plane angle (°)	T0-T1	2.81 (4.83)	0.041*	-2.31 (4.44)	0.064
	T1-T2	-1.47 (2.22)	0.022*	-1.71 (2.65)	0.025*

Values are presented as mean (standard deviation). (+) value, posterior or superior movement; (-) value, anterior or inferior movement. VRP, vertical reference plane; HRP, horizontal reference plane; AFH, anterior facial height; PFH, posterior facial height. * $P < 0.05$.

Table 6. Descriptive statistics for horizontal movement and relapse at B point

	Surgical movement (T ₀ -T ₁ , mm)	Relapse (T ₁ -T ₂ , mm)	Relapse (%)	P-value
BG (M)	3.01 (1.92)	-0.53 (0.85)	17.57	0.090
BG (S)	14.76 (4.13)	-2.44 (3.28)	16.53	0.090
PG (M)	3.30 (1.67)	-0.52 (0.47)	15.78	0.090
PG (S)	12.70 (2.35)	-1.50 (1.82)	11.81	0.090
NPG (M)	2.74 (1.82)	-0.52 (1.40)	19.08	0.090
NPG (S)	12.16 (1.88)	-1.80 (2.68)	14.79	0.090

Values are presented as mean (standard deviation). (+) value, posterior or superior movement; (-) value, anterior or inferior movement. BG, bilateral sagittal split ramus osteotomy group; PG, posterior impaction group; NPG, non-posterior impaction group; (M), mild group; (S), severe group. * $P < 0.05$: One-way ANOVA, Tukey multiple comparison test.

고 찰

하악전돌증의 수술은 하악골의 후방이동으로 이뤄지는데, 하악골의 단독 수술만으로 해결할 수도 있고, 상악수술을 동반하는 양악수술이 시행되기도 한다. 최근에는 악교정수술에서 Le Fort I 골절단술과 다양한 종류의 하악골수술이 보편화되었으며, 사회적 분위기 또한, 골격적 부조화 및 기능의 개선뿐만 아니라 심미적인 결과에 대한 요구가 많아 양악수술에 대한 관심이 많이 높아지고 있다(6,7).

이러한 악교정수술의 합병증으로 회귀 현상, 악관절의 기능장애, 출혈, 감염, 감각이상, 호흡곤란, 개교합 등이 보고되고 있다(8). 그 중 회귀현상은 악교정수술의 성패를 결정지을 수 있는 중요한 요소로서, 술 후 회귀현상이 발생한 경우 원인에 따른 처치가 이루어져야 하며, 흔히 elastics를 이용하거나, 악간고정 기간을 연장함으로써 해결이 가능하나(9), 교합뿐만 아니라 골격적인 문제가 해결되지 않을 경우 이차적인 수술이 필요할 수도 있다.

회귀현상의 정의는 학자들의 관점에 따라 각기 다르며 Pepersack과 Chausse(10)는 하악전돌증을 치료한 경우에 상악 치아를 기준으로 해부학적 구조물들이 1.5 mm 이상 전방이동되었을 경우를 회귀라고 하였고, MacIntosh(11)는 골격의 변화에 대해 턱 주위가 1.0 mm 이상 변한 경우를 임상적인 회귀로 보았으며, Proffit 등(1)은 술 후 기준점으로부터 2.0 mm 이하의 변화는 임상적으로 유의하며, 두부 방사선 계측의 오류 범위 내에 있다고 하였고, Bailey 등(12)은 술 후 골격적 이동량에 따른 회귀현상이 20% 이하인 경우를 안정적이라고 하였다.

하악전돌증에 대한 하악 단독 수술 후 수평적 회귀량에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 골간 견고내 고정을 시행하면서부터 양호한 골격적 안정성을 보이며, Sorokolit와 Nanda(13)는 술 후 7~42개월에 평균 약 10%가 회귀율을 보고하였다. 또한, Ingervall 등(14)은 술 후 14개월째에 약 18%의 회귀율을 보고하였으며, Mobarak 등(15)은 술 후 6개월째에 B point에서 19%, Pogonion에서 26%의 회귀율을 보고하였으며, 이러한 회귀현상은 대부분(72%) 술 후 6개월 이내에 발생한다고 하였다. 그리고 Joss와 Thüer(16)는 술 후 6개월에서 1년 사이에 평균 21%의 회귀율을 보고하였다. 이러한 다양한 분석 결과들이 보고되는 이유에는 실험군의 수, 추적관찰 기간, 각 술자의 차이 및 술 후 환자 관리의 차이 외에도 방사선학적 촬영 및 분석 과정에서의 오류 등으로 인해 비롯되는 것으로 보인다.

하악전돌증 환자의 수술 후 회귀현상의 원인에 대하여 Ivy 등(17)은 수술시 하악과두의 위치변화, 골 절단 부위의 반흔 조직에 의한 과두돌기의 위치변화, 연조직 및 근육의 장력으로 인한 원심골편의 이동 등을 열거하였고, Lake 등(18) 및 Epker와 Wessberg(19)는 수술시 하악과두의 위치 변화를 회귀의 원인이

라고 보고하였다. Schendel과 Epker(20)는 하악 근심골편의 위치 변화를 들었고, Steinhauser(21)와 Wessberg 등(22)은 저작근과 골막 등 하악골 주위 결체조직의 장력에 따른 회귀현상이 나타난다고 하였다. 또한, Pepersack과 Chausse(10)는 술 후 pterygomasseteric sling의 장력에 의해 회귀가 나타난다고 하였다. Kobayashi 등(2)과 Franco 등(3)은 하악골의 후방이동량이 회귀현상과 관련이 있다고 하였으며, Nakajima 등(5)은 하악골 시상분할 절단술에서 이동량이 10 mm를 초과하는 경우 유의성 있는 회귀의 가능성이 있다고 하였다. 이 외에도 술 후 회귀현상에 영향을 미치는 다양한 원인들이 보고되었으며, 술 후 안정성에 다양한 원인들이 복합적으로 영향을 미친다고 하였다(2,3).

또한, 상악골 Le Fort I 골절단술 후 안정성에 대하여, Welch(23)는 반흔조직의 수축, 비중격과의 부적합, 부적절한 고정, 상악고정시 저항이 있을 경우 회귀현상이 일어날 수 있다고 하였다. 하지만, Hoppenreijis 등(24)은 견고 내고정을 할 경우 하악수술을 상악수술과 동반 시 하악수술의 안정성에 영향을 주지 않을 정도로 상악의 위치는 안정적이라고 하였으며, Yoon 등(25)도 상악골의 견고 내고정의 안정성을 보고하였다. 또한, Reyneke 등(4)과 Chemello 등(26) 또한 상악골의 시계방향 회전이동 및 반시계방향 회전이동에 관계없이 견고 내고정의 장기간 안정성을 보고하였다.

한편, 상악골의 회전이동에 따른 술 후 안정성에 대한 연구도 많이 보고되어 왔다. Epker와 Schendel(27)는 전치부 개방교합 환자의 수술시 하악골만 이동할 경우 교합평면이 시계 반대방향으로 회전하여 술 후 안정성이 저하되므로 상하악골 동시 수술에 의한 교합평면의 변화가 필요하다고 언급하였다. LaBanc과 Epker(28)는 재발 감소를 위하여 하악골을 시계방향으로 회전하게 하는 상하악 동시수술법을 제안하기도 하였다. 또한, Epker와 Fish(29)는 하악전돌증으로 악교정수술을 시행한 환자에서 하악골의 시계방향 회전 시 연조직 및 근육의 신장이 없고 관절로부터 과두돌기가 자연적인 상태에 놓이게 되어 주위 연조직과 근육에 의한 영향이 감소하며 수술 후 회귀율도 감소한다고 발표하였다. 그러므로 하악전돌증 환자에서 상하악골 동시 수술에 의한 교합평면의 시계방향 변화는, 기존의 치료 방법에 비해 더 만족스러운 안정성과 결과를 얻을 수 있는 방법이 된다고 하였다.

이에 본 연구에서는 하악전돌증 환자의 악교정수술 시 하악골의 후방이동량 및 교합평면의 변화에 따른 술 후 안면부 경조직의 안정성에 대해 비교 평가해 보았다. 수술 후 교합관계에 대한 예측이 어려우며 수술 후 나타날 수 있는 부정교합 혹은 불안정한 교합으로 인해 생기는 골격적 불안정성이 나타날 수 있는 선 수술의 증례는 제외하였으며 모든 증례는 악교정 수술 전 치아교정을 시행한 환자들을 대상으로 하였다. 또한 Kobayashi 등(2)은 하악골의 좌, 우측 후방 이동량의 차이가 있는 경우 3차원적인 측방 회귀현상이 나타날 수 있다고 하였으며, 하악골의 비대칭이

심한(menton 기준 4 mm 이상) 증례는 제외하였다. Kirkpatrick 등³⁰ 및 Choi 등³¹은 강선 결찰에 비해 견고 내고정이 재발을 방지한다고 보고하였으며 이번 연구의 수술시 모든 증례에서 금속판과 금속나사를 이용하여 골간 견고 내고정을 시행하였다. 그리고 술 후 약간고정 기간으로 5일 시행 후, 약 4주간 수술용 스텐트를 이용하여 개구운동 및 물리 치료를 실시하였다.

술 중 교합평면의 변화와 술 후 회귀현상과의 관계를 평가해보기 위해, Reyneke 등⁴의 기준치를 참고하여 술 후 교합평면의 변화(2°)를 기준으로 상악골의 후상방 회전이동군(PG)과 상악골의 후상방 비회전이동군(NPG)으로 구분하였으며, 하악골만 수술한 BG를 포함하였다. 또한, 하악골의 후방이동량과 술 후 회귀현상 간의 관계를 알아보기 위해 Nakajima 등⁵의 구분 기준을 참고로 술 전, 후의 tracing에서 B point의 후방변화량을 고려하여 각각의 군들을 M group (<10 mm, M)과 S group (≥10 mm, S)으로 구분하였다.

본 연구에서는 상악수술을 동반한 군들에서 상악 후상방 회전 이동의 유무와 상관없이 상악골의 골격적 이동에 따른 술 후 추적관찰 기간 동안의 수직적, 수평적으로 유의한 회귀현상은 없었다. 또한, 각 군에서 술 후 교합평면의 변화도 2° 미만이었으며, 교합평면의 변화에 따른 유의한 회귀 성향은 관찰되지 않았다. 이를 통해 상악골수술을 동반하더라도 양호한 골격적 안정성을 가질 것으로 생각되었다. 특징적으로 상악골의 후상방 회전이동을 시행하지 않은 군에서 상악골의 후방이동 및 상방이동을 보였으며, 이는 골격성 III급 부정교합의 치료 시 발치 및 비발치 증례의 구분 없이 분석한 결과로, 기존의 골격성 III급 부정교합의 수술시 하악의 후방이동량을 줄이기 위한 방편으로 상악골의 전방 이동 및 상방이동을 계획하였던 이전의 전형적인 치료 방식과는 차이를 보임을 알 수 있었다.

아울러, 모든 군들에서 술 후 추적관찰 기간 동안 하악골의 B point의 유의한 수평적 회귀 현상을 관찰할 수 있었다. 또한, 추적관찰 기간 동안 술 후 6개월째 모든 군에서 Mn. plane angle의 유의한 증가를 보였다. 이는 하악골의 후방 이동량, 수술용 스텐트의 구치부 거상량 등의 회귀관련 변수에 따라서 영향을 받게 되는 것으로 추론되며, 이 외에도 시간경과에 따라 발생하는 원심골편의 골흡수와 골개조 현상, 교정치료의 영향 등 다양한 요인을 고려해 볼 수 있었다.

하악골 B point의 수평적 이동을 추적조사해 본 결과, 모든 군들의 회귀율은 11.81%에서 19.08%로 기존의 연구들¹³⁻¹⁶과 비교할 때 안정적인 결과를 보였으며, 하악전돌증 환자의 하악골의 후방이동량의 차이 및 교합평면의 변화에 따른 술 후 추적관찰 기간 동안의 B point의 회귀율의 차이는 유의성이 없다는 결과를 얻었다. 이는 모든 증례에서 사용한 견고내 고정(rigid-fixation)이 충분한 고정력을 제공하였으며, 수술용 스텐트를 이용한 물리 치료가 술 후 하악골의 안정성에 영향을 미친 것으로 보인다.

다만 회귀량은 모든 군에서 0.52 mm에서 2.44 mm까지 나타났으며 이를 바탕으로 술 후 교합 설정 시 충분한 고려를 해야 할 것이다.

본 연구는 술 후 약 6개월까지의 변화만을 관찰한 것으로, 술 후 재발에 영향을 주는 요소를 다원적으로 고려한 장기적인 전향적 연구가 향후 더 필요할 것이라 생각한다.

결론

본 연구는 2009년 9월부터 2011년 9월까지 부산대학교 치과병원 구강악안면외과에서 하악전돌증으로 진단받은 90명의 환자에서 하악골의 전, 후 변화량의 차이 및 교합평면의 변화에 따른 술 후 안모 경조직의 안정성에 대해 분석한 결과를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 하악골 시상분할 골절단술만 시행한 군(BG)의 M, S group 모두에서 하악골의 B point는 술 직후(T0-T1) 후방이동에 따른 술 후 경과기간(T1-T2) 동안 전방으로의 수평적 회귀현상이 유의하게 관찰되었다.

2. 상악골의 후상방 회전이동군(PG)에서는 상악골은 술 후(T0-T1) 시계방향 회전을 통해 occlusal plane의 증가 및 PNS, A point의 전상방 이동을 보였으며, 이는 술 후 경과기간(T1-T2) 동안 유의한 회귀현상 없이 안정적이었다. 하지만, 하악골은 술 후 경과기간(T1-T2) 동안 M, S group 모두에서 PFH의 감소와 Mn. plane angle의 증가와 함께, 하악골의 B point는 후방이동에 따른 전방으로의 수평적 회귀현상이 유의하게 관찰되었다.

3. 상악골의 후상방 비회전이동군(NPG)에서는 상악골은 술 후(T0-T1) PNS 및 A point의 후방이동 및 상방이동을 보였으며, 이는 술 후 경과기간(T1-T2) 동안 유의한 회귀현상 없이 안정적이었다. 하지만, 하악골은 술 후 경과기간(T1-T2) 동안 M, S group 모두에서 PFH의 감소와 Mn. plane angle의 증가와 함께, 하악골의 B point는 후방이동에 따른 전방으로의 수평적 회귀현상이 유의하게 관찰되었다.

4. 하악골 B point의 수평적 이동에 따른 회귀율을 분석한 결과, 모든 군에서 각각의 M 및 S group에 관계없이 하악골의 후방이동에 따른 술 후 전방으로의 수평적 회귀현상이 유의하게 나타났으며, 회귀율은 술 후 경과 기간(T1-T2) 동안 11.81%에서 19.08% (0.52 mm에서 2.44 mm)로 나타났다.

5. 골격성 III급 부정교합에서 하악골의 후방 이동량 및 교합평면의 변화에 따른 술 후 안면부 경조직의 안정성에 대해 비교 평가 시 하악골 B point의 수평적 회귀율에는 어떠한 유의한 차이를 관찰할 수 없었다.

이상의 결과를 살펴보면, 하악전돌증에서 하악골의 이동량과 교합평면의 변화에 관계없이 모두 술 후 안정적인 악골 상태를 보여, 적응증에 맞는 수술 계획을 수립 시 대체로 장기적 안정성을

보일 것으로 판단되었다.

References

1. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1996;11:191-204.
2. Kobayashi T, Watanabe I, Ueda K, Nakajima T. Stability of the mandible after sagittal ramus osteotomy for correction of prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 1986;44:693-7.
3. Franco JE, Van Sickels JE, Thrash WJ. Factors contributing to relapse in rigidly fixed mandibular setbacks. *J Oral Maxillofac Surg* 1989;47:451-6.
4. Reyneke JP, Bryant RS, Suuronen R, Becker PJ. Postoperative skeletal stability following clockwise and counter-clockwise rotation of the maxillomandibular complex compared to conventional orthognathic treatment. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007;45:56-64.
5. Nakajima T, Kajikawa Y, Tokiwa N, Hanada K. Stability of the mandible after surgical correction of skeletal class III malocclusion in 50 patients. *J Oral Surg* 1979;37:21-5.
6. Laufer D, Glick D, Gutman D, Sharon A. Patient motivation and response to surgical correction of prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976;41:309-13.
7. Juggins KJ, Nixon F, Cunningham SJ. Patient- and clinician-perceived need for orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:697-702.
8. Kim JH, Kim SG, Oh JS. Complications related to orthognathic surgery. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2010;32:416-21.
9. Van Sickels JE. prevention and management of complication in orthognathic surgery. In: Miloro M, Ghali GE, Larsen PE, editors. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. Hamilton: Decker Inc; 2004. p.1212.
10. Peppersack WJ, Chausse JM. Long term follow-up of the sagittal splitting technique for correction of mandibular prognathism. *J Maxillofac Surg* 1978;6:117-40.
11. MacIntosh RB. Experience with the sagittal osteotomy of the mandibular ramus: a 13-year review. *J Maxillofac Surg* 1981;9:151-65.
12. Bailey IJ, Cevidanis LH, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:273-7.
13. Sorokolit CA, Nanda RS. Assessment of the stability of mandibular setback procedures with rigid fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:817-22.
14. Ingervall B, Thüer U, Vuillemin T. Stability and effect on the soft tissue profile of mandibular setback with sagittal split osteotomy and rigid internal fixation. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1995;10:15-25.
15. Mobarak KA, Krogstad O, Espeland L, Lyberg T. Long-term stability of mandibular setback surgery: a follow-up of 80 bilateral sagittal split osteotomy patients. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2000;15:83-95.
16. Joss CU, Thüer UW. Stability of hard tissue profile after mandibular setback in sagittal split osteotomies: a longitudinal and long-term follow-up study. *Eur J Orthod* 2008;30:352-8.
17. Ive J, McNeill RW, West RA. Mandibular advancement: skeletal and dental changes during fixation. *J Oral Surg* 1977;35:881-6.
18. Lake SL, McNeill RW, Little RM, West RA. Surgical mandibular advancement: a cephalometric analysis of treatment response. *Am J Orthod* 1981;80:376-94.
19. Epker BN, Wessberg GA. Mechanisms of early skeletal relapse following surgical advancement of the mandible. *Br J Oral Surg* 1982;20:175-82.
20. Schendel SA, Epker BN. Results after mandibular advancement surgery: an analysis of 87 cases. *J Oral Surg* 1980;38:265-82.
21. Steinhäuser EW. Advancement of the mandible by sagittal ramus split and suprahyoid myotomy. *J Oral Surg* 1973;31:516-21.
22. Wessberg GA, Schendel SA, Epker BN. The role of suprahyoid myotomy in surgical advancement of the mandible via sagittal split ramus osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 1982;40:273-7.
23. Welch TB. Stability in the correction of dentofacial deformities: a comprehensive review. *J Oral Maxillofac Surg* 1989;47:1142-9.
24. Hoppenreijs TJ, Freihofer HP, Stoelinga PJ, *et al*. Skeletal and dento-alveolar stability of Le Fort I intrusion osteotomies and bimaxillary osteotomies in anterior open bite deformities. A retrospective three-centre study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:161-75.
25. Yoon HJ, Rebellato J, Keller EE. Stability of the Le Fort I osteotomy with anterior internal fixation alone: a case series. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:629-34.
26. Chemello PD, Wolford LM, Buschang PH. Occlusal plane alteration in orthognathic surgery--part II: long-term stability of results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:434-40.
27. Epker BN, Schendel SA. Total maxillary surgery. *Int J Oral Surg* 1980;9:1-24.
28. LaBanc JP, Epker BN. Changes of the hyoid bone and tongue following advancement of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;57:351-6.
29. Epker BN, Fish LC. The surgical-orthodontic correction of Class III skeletal open-bite. *Am J Orthod* 1978;73:601-18.
30. Kirkpatrick TB, Woods MG, Swift JQ, Markowitz NR. Skeletal stability following mandibular advancement and rigid fixation. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:572-6.
31. Choi HW, Kim KW, Lee EY. Comparative study of stability and relapse according to fixation method after bilateral sagittal split ramus osteotomies in mandibular prognathic patients. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2005;27:334-45.