

양악 수술 시 상악골 상방 이동에 따른 상기도 변화

김 용 일^a, 박 수 병^b, 김 종 렬^c

양악 수술 시 상악골의 상방이동을 시행하였을 경우에 상기도의 공간적 구조변화를 평가하기 위하여, 술전, 술후, 술후 6개월 후의 간격으로 두부규격방사선사진을 촬영하여 그 변화량을 분석해 보았다. 술전 교정치료를 시행하여 상악은 Le Fort I 골절단술로 상방이동 시행하였고 동시에 하악은 후방이동 시키는 수술을 시행 받은 24명을 대상으로 하였다 (평균 연령 22세 1개월, 남자 9명 여자 15명). 상악골 상방이동에 대한 상기도 공간의 변화와 그에 따른 관련성을 조사한 결과, PAS (R)부위는 술후 (T1) 감소하였으나 ($p < 0.01$) 술후 6개월 후(T2)에는 다시 증가하여 술전과 비교 시, 크기 변화를 관찰할 수 없었고, PAS (NL) 부위는 술후(T1)와 술후 6개월 후(T2)에서 유의성 있는 크기 증가를 보였다. PAS (OL)의 경우, 술후 (T1) 증가를 보이다가 술후 6개월 이후(T2)에서 감소하였다. 연구개의 두께는 술후 (T1) 증가를 보이다가 6개월 이후 (T2) 처음과 같거나 약간 감소하는 것으로 나타났으며 FH-uvular 각도는 술후 6개월 이후 증가하였다. 또한 상악골 상방이동에 대한 상기도 공간의 변화를 회귀분석 시행한 결과 양악 수술 시 평균 4.40 ± 1.14 mm의 상악골 상방이동은 양악 수술 후 상기도 공간의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. (대치교정지 2008;38(2):121-32)

주요 단어: 상악골 상방이동 수술, 상기도 변화

서론

중안면 함몰감과 골격적 부조화가 심한 부정 교합자의 경우는 양악 수술의 부담감과 기술적인 어려움으로 인해 하악골 수술만을 시행하였다. 그러나 저혈압 마취술과 수술 기법의 발전 등으로 양악 수술이 보편화되어 골격성 III급 부정교합자에서 양악 수술의 빈도가 증가되고 있고 하악 단독 수술에서보다 양악 수술 시의 심미적 개선과 안정성의 향상이라는 측면에서도 양호한 결과를 보여주고 있다.^{1,2} 장기적인 관점에서 악교정 수술 후 안정성과 술후 결과의 유지는 치료의 성패를 좌우하는 중요한 사항이므로 많은 연구가 필요한 사항이다.

악교정 수술의 경우 술후 안정성에 영향을 주는

요소들에 대해 많은 연구들이 진행되어 왔으며 그 요소들로 여러 가지가 지적되어왔다.³⁻⁶ 그 중 호흡은 중요한 위치를 차지한다.⁷⁻¹¹ Robin¹²은 하악 전돌증, 안면비대칭, 안면골의 수직적 부조화 등의 형성에 있어서 구호흡이 중요한 원인이라고 언급하였으며, Ahn과 Suhr¹³은 호흡 관계는 혀의 위치를 변화시킨다고 하였다. Chin과 Shon¹⁴은 악교정 수술 후 하악골의 위치와 혀의 위치는 악교정 수술 후 안정성에 있어 중요한 상관관계가 있음을 언급하였다.

상기도 공간은 비인두 (nasopharynx), 구인두 (oropharynx), 하인두(hypopharynx)와 비강, 구강으로 나눌 수 있다. 악교정 수술 후 기도 공간 변화에 대한 연구에서는 하악골 후퇴 수술 후, 원래의 크기로 회복된다는 보고¹⁵와 수술 후 기도공간이 감소된 상태로 상당 시간 지속된다¹⁶는 보고 등 여러 가지가 있다. Cho와 Kim¹⁷은 III급 환자의 하악골 수술량과 기도변화에 대한 연구에서 하악골의 후방 이동량에 따라 기도의 크기가 감소되었으며 이 중 구인두 부위의 감소가 가장 심함을 지적한바 있다. 그러나 Chin과 Shon¹⁴은 하악 전돌증 환자의 악교정 수술 후 하악골의 후방이동에 대해서 설골은 하방이동하고 혀는 후하방 이동을 한다고 하면서 이는 기도를 유

^a전공의, ^b교수, 부산대학교 치과대학 교정학 교실.

^c교수, 부산대학교 치과대학 구강악안면외과학 교실.

교신저자: 박수병.

부산광역시 서구 구덕로 305 부산대학교 치과대학 교정학 교실.

sbypark@pusan.ac.kr

051-240-7447; e-mail, sbypark@pusan.ac.kr.

원고접수일: 2008년 1월 3일 / 원고최종수정일: 2008년 3월 10일 /

원고재택일: 2008년 3월 12일.

*본 논문은 부산대학교 자유과제학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

Table 1. Case selection criteria

- Nongrowing patient
- No history of congenital defects or syndromes
- No previous orthognathic or cosmetic surgery involving the middle and/or lower face
- Surgical procedure was mandibular setback with Le Fort I Osteotomy (superior movement)
- Use of rigid internal fixation

Table 2. Descriptive patient information

	Male		Female	
	Extraction	Non-extraction	Extraction	Non-extraction
Number	6	3	10	5
Presurgical orthodontic period (months)	15.8	12.5	14.6	11.9

지하려는 생리적인 반사작용이라고 하였다. 또한 양악 수술에 대해서, Bae 등¹⁸은 골격성 II급 부정교합자의 양악 수술 후 설골의 위치와 상기도 변화에 관한 연구에서 상악골의 전방이동과 그에 따른 하악골의 전방이동이 상기도 공간을 확장시키는 효과를 얻을 수 있었음을 보고하면서 이는 수면 무호흡증 치료에 효과가 있을 것이라 하였다.

이와 같이 하악 단독 수술과 양악 수술 시에 전후방적 악골의 변화가 상기도 공간의 변화에 주는 영향은 호흡 기능과 더불어 술후 안정성에 있어도 중요한 요소이다.

그러나 이러한 연구들^{18,19}의 대부분이 하악골 수술만을 시행한 경우이거나 상악골의 수평적 변화에 초점을 맞추고 있다는 점에서 상방이동에 대한 변화 관찰의 필요성이 있다. 특히 교합평면 회전을 동반한 악교정 수술과 골격성 gummy smile 해소를 위한 상악골 상방 이동술이 보편화되고 있는 현 상황에서 양악 수술 중 상악골 상방 이동량에 따른 상기도 공간의 변화에 대한 연구는 더욱더 필요하리라 생각된다. 이에 본 연구에서는 양악 수술 시에 상악골 상방이동에 따른 상기도 공간의 변화를 분석 평가해 보았다.

연구방법

연구대상

부산대학교병원 치과진료처 교정과에 내원하여

골격성 III급 부정교합으로 진단되어 술전 교정치료를 받고 2004년 1월부터 2007년 1월 사이 구강악안면외과에서 상악골 상방이동을 동반한 양악 수술을 시행 받은 남자환자 9명, 여자환자 15명을 대상으로 시행하였고 선정기준과 평균 술전 교정기간 및 발치 여부 등은 Tables 1, 2와 같다. 악교정 수술 시 나이는 평균 22세 1개월이었다.

연구방법

측정방법

부산대학교병원 치과진료처 방사선과의 Cephalometer (PM 2002 CC Proline, Planmeca, Helsinki, Finland)를 사용하여 수술 직전, 수술 후 2주 내외 그리고 술후 6개월경과 후 중심교합위에서 촬영한 측모두부규격방사선사진을 본 연구에 사용하였다. 각 방사선 사진의 투사도를 작성한 후 계측점, 계측 항목과 계측선을 설정하여 수술 전후 상기도 공간의 폭경 변화를 평가하는데 사용하였다. 수평기준 평면은 FH평면을 기준으로 설정하였으며 이 기준선에 대해 Nasion을 지나면서 FH 평면에 수직인 평면을 N-perpendicular plane 그리고 Sella를 지나면서 FH 평면에 수직인 평면을 S-perpendicular plane으로 설정하였다 (Table 3 and Figs 1-3).

Table 3. Reference points and lines (Lateral cephalogram)** Reference points*

1. Sella (S): midpoint of sella turcica.
2. Nasion (N): The most anterior point of the frontonasal suture in the midsagittal plane.
3. Porion (Po): Most superior point of bony external auditory meatus
4. Orbitale (Or): Most inferior point of the orbit.
5. Basion (Ba): Most inferior point on anterior foramen magnum
6. ANS: Most anterior point of anterior nasal spine
7. PNS: Most posterior point of hard palate
8. A point: Deepest anterior point in concavity of anterior maxilla
9. B point: Deepest anterior point in concavity of anterior mandible.
10. R point (R): The point of intersection between cranial base and lateral pterygoid plate
11. Hyoid (H): Most antero-superior point of hyoid
12. Vallecula (V): Most antero-inferior point of epiglottic fold
13. Uvular tip (UT): Tip of uvula or soft palate
14. Tongue base (TB): Mandibular plane bisecting posterior margin of the tongue base
15. Soft palate thickness (ST): the thickness of soft palate at its greatest thickness

** Reference planes*

- FH plane: Frankfort Horizontal plane (Po-Or)
 Nasal plane: ANS-PNS
 ML plane: Mandibular plane
 OL plane: Occlusal plane
 N-perpend: Nasion perpendicular plane to FH
 S-perpend: Sella perpendicular plane to FH

** Pharyngeal airway point (PAS : pharyngeal airway space)*

- PAS-1: R-PNS bisecting posterior pharyngeal wall
 PAS-2: ANS-PNS bisecting posterior pharyngeal wall
 PAS-3: Occlusal plane bisecting posterior pharyngeal wall
 PAS-4: Shortest distance point of posterior pharyngeal wall from UT
 PAS-5: Mandibular plane bisecting posterior pharyngeal wall
 PAS-6: Occlusal plane bisecting posterior margin of soft palate

1) linear measurements

- *Pharyngeal airway space width*

- PAS (R): Distance - Pharyngeal airway space between PAS-1 and PNS
 PAS (NL): Distance between PAS-2 and PNS
 PAS (OL): Distance between PAS-3 and PAS-6
 PAS (UT): Distance between PAS-4 and UT
 PAS (ML): Distance between PAS-5 and TB

- *Skeletal change*

- Vertical PNS: Distance PNS-FH plane
 Vertical ANS: Distance ANS-FH plane
 Horizontal PNS: Distance PNS-N perpendicular plane
 Horizontal ANS: Distance ANS-N perpendicular plane
 Horizontal B point: Distance B-point-S perpendicular plane

2) *Angular measurements*

- FH-uvular angulation: Angle between FH plane and PNS-UT

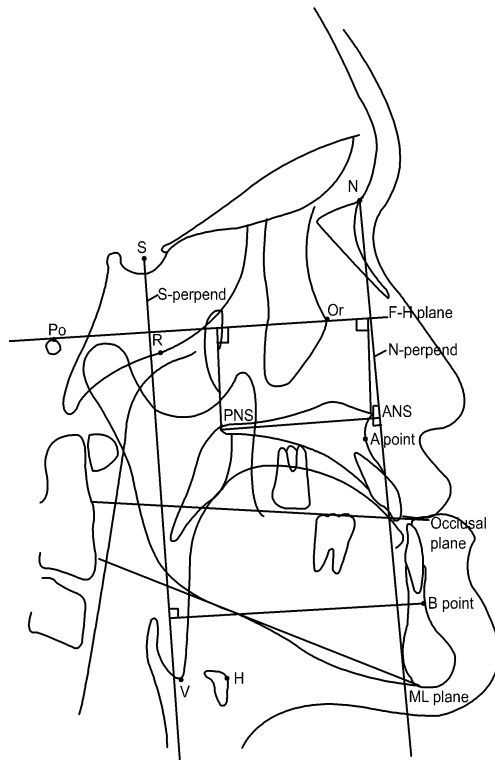


Fig 1. Measurements of Skeletal changes

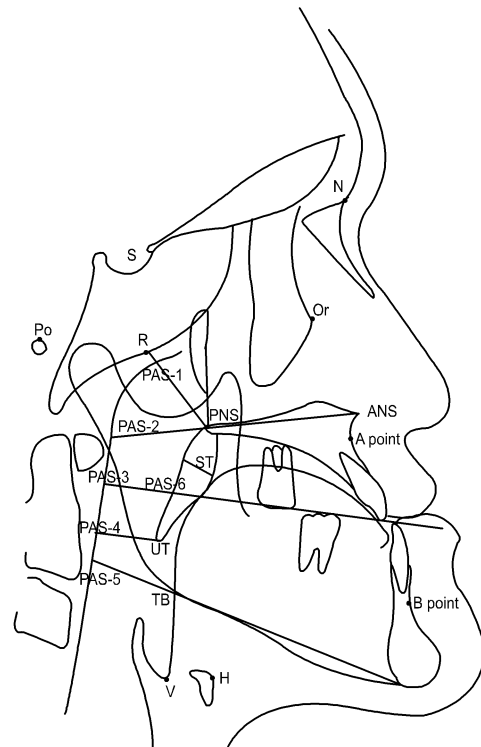


Fig 2. Pharyngeal airway space points

통계분석

얻어진 계측항목에 대하여 SPSS for window ver.12.0 (SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 다음의 항목에 관한 통계처리를 시행하였다.

1, 술전, 수술직후, 술후 6개월 후의 상기도 변화에 대해 paired *t*-test를 이용하여 검정하였다; 2, 수술 전후 상악골의 수직 이동량에 따른 상기도 폭경의 변화를 알아보기 위해 상관계수와 회귀분석을 적용하였다.

신뢰도검사

측모두부규격방사선사진분석은 계측 시 오차를 줄이기 위하여 투사도 작성 및 계측을 동일인이 시행하였고 계측치의 신뢰성 검사를 위하여 적어도 2주 후 10장의 측모두부규격방사선사진을 무작위로 선택하여 역시 동일인이 투사도를 재작성 및 재측정하여 paired *t*-test를 시행하였다. 어떠한 변수에서도 첫 번째 계측치와 두 번째 계측치 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$)

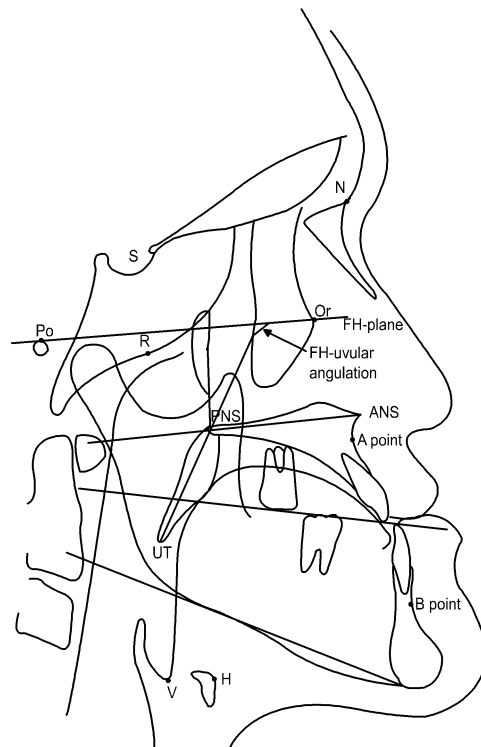


Fig 3. Angular measurement

Table 4. Measurements of pre-operation (T0), immediate post-op (T1) and follow-up (6 months) (T2)

Measurements	T0		T1		T2	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
PAS (R) (mm)	23.45	3.91	21.90	4.18	22.73	4.38
PAS (NL) (mm)	28.49	4.19	31.09	5.26	31.46	4.72
PAS (UT) (mm)	13.88	4.01	14.95	3.93	12.86	3.49
PAS (ML) (mm)	17.42	6.04	17.38	4.44	16.11	4.08
PAS (OL) (mm)	24.76	4.68	27.30	9.41	21.78	4.77
PNS-UT (mm)	36.66	3.30	41.77	4.72	40.40	3.56
ST (mm)	10.73	1.55	11.58	1.72	10.43	1.62
FH-uvular (°)	125.44	7.19	118.37	38.30	128.97	6.50
Vertical-PNS (mm)	31.41	3.29	26.78	3.43	27.01	3.35
Vertical-ANS (mm)	32.27	2.90	28.93	4.69	28.91	4.40
Horizontal-PNS (mm)	48.38	4.13	45.56	4.48	45.72	4.93
Horizontal-ANS (mm)	3.98	2.61	6.69	3.97	6.33	4.43
B point-Sella perpend (mm)	73.62	9.64	69.71	8.97	69.63	10.19

SD, Standard deviation.

Table 5. Changes in pre-operation, immediate post-operation and follow-up periods

Measurements	T1-T0			T2-T0			T2-T1		
	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig
PAS (R) (mm)	-1.55	2.47	†	-0.72	2.54	NS	0.83	1.15	†
PAS (NL) (mm)	2.60	3.60	†	2.97	3.19	†	0.37	2.99	NS
PAS (OL) (mm)	2.54	6.93	NS	-2.99	3.02	†	-5.52	7.57	†
PAS (UT) (mm)	1.07	3.09	NS	-1.02	2.76	NS	-2.09	3.65	*
PAS (ML) (mm)	-0.04	5.90	NS	-1.31	4.73	NS	-1.27	4.94	NS
PNS-UT (mm)	5.12	3.95	†	3.75	3.52	†	-1.37	2.98	*
ST (mm)	0.86	1.85	*	-0.30	1.35	NS	-1.16	1.96	†
FH-uvular (°)	-7.07	36.0	NS	3.53	4.96	†	10.60	36.4	NS
Vertical-PNS (mm)	-4.63	1.32	†	-4.40	1.14	†	0.23	0.56	NS
Vertical-ANS (mm)	-3.34	3.31	†	-3.36	2.93	†	-0.02	0.86	NS
Horizontal-PNS (mm)	-2.82	2.22	†	-2.66	2.62	†	0.16	1.28	NS
Horizontal-ANS (mm)	2.71	4.10	†	2.35	4.37	*	-0.35	1.03	NS
Bpoint-Sella perpend (mm)	-3.91	4.50	†	-3.99	3.30	†	-0.08	3.77	NS

Sig, Significance; NS, not significant; * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

Table 6. Changes in Vertical-PNS, ANS and Horizontal-PNS, ANS, B point - S-perpendicular plane after surgery

Measurements (mm)	T1-T0			T2-T0			T2-T1		
	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig
Vertical-PNS	-4.63	1.32	‡	-4.40	1.14	‡	0.23	0.56	NS
Vertical-ANS	-3.34	3.31	‡	-3.36	2.93	‡	-0.02	0.86	NS
Horizontal-PNS	-2.82	2.22	‡	-2.66	2.62	‡	0.16	1.28	NS
Horizontal-ANS	2.71	4.10	†	2.35	4.37	*	-0.35	1.03	NS
B point- Sella perpend	-3.91	4.50	‡	-3.99	3.30	‡	-0.08	3.77	NS

Sig, Significance; NS, not significant; * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

Table 7. Correlation coefficient between changes of pharyngeal airway space and skeletal changes

	Ver/PNS	Ver/ANS	Hor/PNS	Hor/ANS	B point-Sella perpend
PAS (R)	0.019	0.170	-0.365	0.047	-0.127
PAS (NL)	-0.290	-0.232	-0.701‡	0.423*	-0.138
PAS (OL)	-0.233	-0.073	0.055	-0.015	-0.109
PAS (UT)	0.033	-0.279	0.302	0.021	0.086
PAS (ML)	0.177	-0.062	-0.017	-0.023	-0.205
FH-uvular	-0.241	0.268	-0.720‡	0.188	-0.345

* $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

연구성적

기도의 크기변화 (Tables 4 and 5)

Paired t test를 이용하여 술전, 술후 그리고 술후 6개월 후 추적 조사기간의 측정치를 통계분석 처리한 결과 상기도 즉 비인두의 공간 변화를 평가하기 위한 PAS (R)은 술후 (T1) 크기가 감소하였다 ($p < 0.01$). 그러나 술후 6개월(T2)이후에는 다시 증가하여 술전과 비교 시 유의성 있는 크기변화를 관찰할 수 없었다. 구개평면에 의해 형성된 PAS (NL)의 경우 술후 (T1)와 술후 6개월 후(T2)에서 유의성 있는 크기의 증가를 보인다. 교합평면 부위인 PAS (OL)의 경우 술후(T1)증가를 보이다가 술후 6개월 이후(T2)에서 감소하는 것으로 나타났다. 연구개의 uvular tip과의 폭경을 의미하는 PAS(UT)의 경우, 그 변화값에서 유의성 있는 변화를 관찰하지 못하였다. 하악골의 하악하연평면에 의해 형성된 PAS (ML)의 경우 또한 감소하나 그 감소의 크기가 유의성 있는 값은 없었다.

연구개의 변화 (Tables 4 and 5)

연구개는 술후 두께와 각도에서 변화를 나타내었다. 연구개의 가장 두꺼운 부분의 거리를 의미하는 Soft-tissue thickness (ST)의 경우 술후 증가를 보이다가 6개월 이후에 정상이거나 약간 감소하는 것으로 나타났다. 각도변화의 경우, FH-uvular값이 수술에 의해 많이 감소되었다가 술후 6개월 이후 유의성 있게 증가하였다.

상악골의 경조직 이동량에 따른 상기도 공간구조 변화와 연조직의 상관관계 (Tables 6 and 7)

상악골의 골격적 이동량의 변화양상은 표3에 나타내었다. 상악골의 상방 이동량 즉, Vertical-PNS와 vertical-ANS와 수평 이동량을 의미하는 Horizontal-PNS, Horizontal-ANS값과 상기도 공간구조 변화와의 상관관계를 알아보기 위하여 유의수준 5%의 Pearson correlation test를 시행하였다.

Table 8. Multiple Regression Analysis

Dependent variables	Independent variables	r^2	Significance
FH-uvular	Horizontal-PNS	0.518	*
PAS (NL)	Horizontal-PNS	0.491	*
PAS (UT)	FH-uvular	0.414	*

r^2 , coefficient of determination; * $p < 0.001$.

상악골의 상방이동에 대한 상기도공간의 변화는 낮은 상관관계를 나타냈다. 상기도 공간 중 PAS (NL)값은 상악골의 수평 이동량을 의미하는 Horizontal-PNS값에 유의한 상관관계수 값을 나타내었다. 상악골의 수평 이동량에 따른 변화중의 하나로 연구개의 FH plane에 대한 각도변화를 의미하는 FH-uvular angle값은 Horizontal-PNS값에 대해 유의성 있는 음의 상관관계를 나타내었다.

상악골 이동량에 따른 상기도 공간의 회귀분석 (Table 8)

상악골의 골격적 이동량들(skeletal changes, Table 6)이 각 PAS값들(PAS (R), PAS (NL), PAS (OL), PAS (UT), PAS (ML))의 변화에 미치는 영향을 파악하고 그 관련성을 분석하기 위하여, PAS값에 대해 상악골의 골격적 이동량들을 stepwise 회귀분석을 시행하여 가장 관련성이 높은 요소를 찾아보았다.

각 항목에 대한 회귀분석에서 독립변수인 상악골의 수직적 이동에 대한 값인 Vertical-PNS, ANS는 회귀분석 모형에 변수로써 사용되지 못하였다. 그러나 수평적 이동에 대한 값인 Horizontal-PNS값은 상악골의 이동과 가장 관련이 높다고 판단되는 PAS (NL)과의 회귀분석 모형에서 모형설명력이 49.1% 정도로 상관관계가 있었다. 또한 FH-uvular각과의 회귀분석 모형에서 모형설명력 51.8%로 종속변수인 FH-uvular 각도값을 설명하고 있는 것으로 나타났으며 그 외의 나머지 PAS값들에 대한 변수로는 유의한 관련성이 없는 것으로 나타났다.

고찰

Le Fort I osteotomy는 1927년 Wassmund가 골격성 개방교합에서 최초로 시행하였고 1960년 Obwegeser가 본격적으로 양악 수술을 시행한 이후,

하악골 전돌증 수술과 후퇴증, 상악골의 열성장과 수직적 문제가 있는 환자에서는 양악 수술이 시행되고 있다. 일찍이 Epker 등²⁰은 전후방적으로 골격적 부조화가 심한 경우뿐만 아니라 상악골의 수직적 성장이 과도하거나 결핍된 하악 전돌증에서 양악 수술을 시행하여 우수한 결과와 안정성을 얻었다고 보고했다. 또한 Reyneke 등²¹은 양악 수술 시에 상하악 복합체를 후하방으로 회전 또는 교합평면각을 증가시킴으로써 술후 안정성 면에서 유리하며 하악골 pogonion point의 후상방 이동으로 인해 보다 심미적인 결과를 얻을 수 있다고 하였다. Lee와 Sohn²²에 의하면 제III급 부정교합자의 양악 수술 후 교합평면의 안정성에 대한 연구에서 양악 수술에 의해 설정된 교합평면은 술후에도 그 안정성이 유지된다고 하였으며 이는 수술에 의한 악골의 이동량이나 후상방 이동양 (Posterior impaction), 수술후 경과시간과 상관관계가 없다고 하였다.

이처럼 양악 수술이 술후 안정성의 측면에서 우수함을 보고하였고 점차 술식이 보편화됨에 따라서, 양악 수술은 하악 수술 시의 과도한 상기도 폭경 변화의 문제점에 대한 대안으로 제안되기도 하였다. Bae 등¹⁸에 의한 골격성 II급 환자에서의 양악 수술 후 상기도 변화에서 상하악골을 전방으로 이동시킴으로써 상기도의 폭경 확장을 유도할 수 있음을 보고하면서 동시에 수면 무호흡 치료 가능성에 대해서도 언급하였다.

상기도는 비인두 (nasopharynx), 구인두 (oropharynx), 하인두(hypopharynx)와 비강, 구강으로 이루어져 있다. 악교정 수술 후 기도공간에 대해서는 많은 연구들이 있었다. 특히 Class III 하악골 후방이동 수술 시 Hochban 등²³ 16명을 대상으로 한 연구에서 상기도 공간 특히 구인두와 하인두부위의 넓이가 감소한다는 보고를 하였고 Athanasiou 등¹⁵은 기도공간이 술 후 일시적으로 감소한 후 연조직이 생리적인 적응에 의해 다시 증가한다고 보고하였다.

또한 양악 수술의 경우에서도 Samman 등²⁴은 19명의 여성을 대상으로 한 조사에서 구인두와 하인두가 감소한다고 하고 그 이유로 연구개와 velopharyngeal muscle의 전방 변위와 관련성이 있을 것이라 주장하였다. 반대로 Cakarne 등²⁵은 8개월간의 추적 조사결과 양악 수술 후 비인두부위에서의 증가소견을 보고하기도 하였다. Bae 등¹⁸도 상악골의 전방이동을 시행한 양악 수술의 경우는 상기도 폭경을 확장시키는 요소가 강하고 이에 따른 하악골의 후방 이동량의 감소로 전후방적인 상기도 폭경의 변화가 하악골의 단순 후방이동에 비해 작다고 하였다. 이처럼 많은 연구들에서 악교정 수술 시 전후방적 변화에 대한 상기도 공간의 분석은 다양하였다. 상악골의 이동 술식은 비중격 등의 해부학적 구조물과 비호흡 장애 등을 고려할 때, 제한이 따른다. 상악골의 상방이동 술식은 구개의 상방이동에 의해 비강이 좁아진다고 생각할 수 있기 때문이다.²⁶ 따라서 상악골의 단순한 수직이동만을 시행한 경우는 드물며 양악 수술 시 상악골의 전방이동이 동반된 경우가 많다. 그러나 상악골의 후상방 회전 또는 상악골의 수직 상방이동을 포함한 양악 수술의 경우 그 변화 양상에 대한 연구가 미흡한 상태이며, Son과 Choi²⁷, 그리고 Solow와 Kreiborg²⁸의 연구에서처럼 골격성 III급 부정교합자가 정상 교합자에 비해 비인두의 연조직 기도 크기가 상대적으로 작은 것을 고려한다면 상악골의 수직 상방이동이 비인두의 위축 혹은 증대에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것이다.

이번 연구에 포함된 환자의 경우, 상악골의 후비극(PNS)이 Nasion-perpendicular plane에 대해 전방으로 이동한 양이 평균 2.82 mm이며 FH-plane에 대해 상방으로 이동한 양의 평균이 4.63 mm로 상방이동 성분이 더 많은 환자를 대상으로 시행하였다. 상기도의 평가에 대해 Lowe 등²⁹은 폐쇄성 무호흡증을 보이는 환자를 대상으로 시행한 컴퓨터 단층촬영과 두부규격방사선사진 사이의 상관성에 대한 연구에서 그 관련성이 큰 것으로 보고하였고, Malkoc 등³⁰의 경우 두부규격방사선사진에서 상기도 공간의 재현성이 높다는 결과를 보고한 바 있다. 또한 수술 직후 CT 촬영의 어려움과 wire와 bracket으로 인한 상의 왜곡현상 등을 고려할 때, 상기도 변화에 대한 평가가 3차원적 공간에 대한 분석이긴 하지만, 통상의 두부규격방사선사진을 이용하여 상기도 변화를 평가하기로 하였다.

기도공간의 분석에 대해서는 기존의 Hochban 등²³의 방식과 Bae 등¹⁸의 방법을 사용하여 실질적인 기도공간을 분석하기로 하였다. 또한 상악골의 상방이동에 대한 상기도 변화를 확인하기 위하여 Lee와 Kim³¹이 부정교합 유형에 따른 기도의 크기 비교에서 비인두의 크기를 측정하기 위해 사용한 R point를 사용하였다. 여기서 R point는 두개저와 외측익상관의 교차점으로 비인두(nasopharynx)의 최상방 시작점으로 설정될 수 있다.

상기도는 비인두(nasopharynx), 구인두(oropharynx), 하인두(hypopharynx)와 비강, 구강으로 이루어져 있는데 각각을 구분하는 평면으로 구개평면(nasal plane), 교합평면(occlusal plane), 하악평면(mandibular plane)에 의해 구분하였다.

기존의 연구에서 하악골의 후방 이동술을 시행한 경우의 상기도 변화에 대하여 Cho와 Kim,¹⁷ Tselnik와 Pogrel,³² Hochban 등,²³ Wenzel 등³³은 구인두와 하인두에서의 폭경의 감소를 주장하였다. 그러나 비인두의 경우 그 폭의 감소가 두드러지지 않는다고 하였다. 양악 수술에서의 경우도 Samman 등²⁴은 구인두와 하인두에서 감소가 나타났다고 하였으나 Cakarne 등²⁵은 비인두에서 증가를 언급하였다. 골격적 II급 환자에서 양악 수술을 시행한 Bae 등¹⁸의 연구에서는 구인두와 하인두에서 증가소견을 관찰하였다. 이러한 여러 연구에서는 하악골의 후방이동에 따른 골격적인 위치상 혀의 후방하방이동을 유발하게 되고 이에 따라 기도 폭경의 변화가 비인두에 비해 구인두와 하인두의 변화가 더 크게 나타난다고 할 수 있을 것이다. 또한 양악 수술의 경우는 상악골의 전방이동이 이루어진 경우가 대부분이므로 이로 인한 하악골의 후방 이동량의 감소가 발생하였고, II급 환자의 경우 하악골의 전방이동으로 인한 구인두와 하인두의 증가 소견을 관찰할 수 있었다. 그러나 비인두의 증가량은 상대적으로 미미하였다. Chen 등¹⁹의 연구에 의하면 하악골 단독 수술과 양악 수술의 상기도 변화에 관한 단기와 장기 추적 조사 결과 하악골 단독 수술의 경우 구인두와 하인두에서 단기간과 장기간의 추적 조사 모두에서 상당량의 폭경 감소가 관찰되었고 양악 수술의 경우에는 단기간 추적 조사 결과에서는 비인두에서는 증가를 보이고 구인두와 하인두에서는 감소가 나타났다. 그러나 장기간 추적 조사 결과에 의하면 그 변화의 폭이 유의성 있는 증가나 감소가 나타나지 않았다고 보고하였다.

이번 연구에서는 비인두의 시작점인 PAS (R)의

폭경 변화는 수술 후 크기가 감소하였다가 6개월 후 추적 조사기간에는 다시 증가한 것으로 나타났다. 이것은 술후 연조직의 swelling과 전신마취 시 기관 삽관에 의한 연조직 변화로 나타나는 초기 변화로 수술직후 기도공간의 크기 감소가 나타난 후, 적응에 의한 연조직 수축이 주 원인이라고 생각된다. Athanasiou 등¹⁵은 연조직의 생리적 적응이 상기도를 원래의 크기로 회복시킨다고 언급하였다. 이러한 비인두 폭경 변화는 발음에도 영향을 줄 수 있는데 Shin 등³⁴은 하악골 전돌증 수술 후 발음변화에 있어 III급 환자의 수술 후 자음 발음에 양호한 효과를 부분적으로 언급하였다. 술후 비음 등의 변화에 있어서 Nam 등³⁵은 편도와 아데노이드 적출술 후의 비음도의 변화에 있어 구강 및 인강에 해부학적인 변화를 주목하면서 술후에 단기간에는 비음도의 일시적 증가를 관찰하였으며 술후 2개월 후에는 술전과 차이가 없음을 언급하면서 술후 일시적인 비음도의 변화에 대해서도 일시적인 증상일 가능성을 언급하였다. 양악 수술 후 상기도의 폭경 즉 비인두 부위의 변화는 발음의 일시적 변화를 유발할 수 있으며 술후 생리적 적응 과정을 거치면서 회복될 것이라 생각된다.

구개 평면에 의해 형성된 PAS (NL)의 경우는 기존의 양악 수술 후 폭경 변화에 대한 연구인 Bae 등¹⁸의 연구에서처럼 상악골의 상방이동과 그에 따른 전방이동 성분에 의해 술후와 6개월의 추적 조사기간 동안 증가한 것으로 사료된다. 그러나 Chen 등¹⁹의 연구에서는 6개월에서는 상악골의 전방이동에 따른 상기도 폭경의 증가가 나타났으나 장기간의 추적 조사 결과에 의하면 원래의 크기로 돌아온다고 하여 장기간의 관찰이 필요할 것이다.

교합평면에 의해 형성된 PAS (OL)의 경우 교합평면과 연구개의 교점에 의해 좌우되므로 연구개의 변화를 검토할 필요가 있다. 즉, PAS (OL)은 술후 증가소견을 보이고 6개월 이후 다시 감소하였다. Wickwire 등³⁶은 하악골 후방이동에 따른 혀의 위치 변화에 대해 설골의 위치계측을 통한 혀의 위치변화를 연구하였고 수술후 혀는 후하방으로 이동하며 이는 기도 유지를 위한 생리적 순응이라고 언급하였다. 이러한 변화는 점진적인 적응으로 이어진다고 하였다. 또한 Chung과 Lee 등³⁷의 연구에서 혀는 수술로 인해 후하방 이동하였다가 시간경과에 따라 술전의 위치로 복귀되는 경향을 보이지만 원래의 위치로 복귀되지 않으며 설골과의 거리가 전후방부에서

모두 증가하여 좁아진 구강용적에 대하여 순응한다고 하였다. 이러한 보고에서처럼 PAS (OL)의 변화는 혀의 위치와 연구개의 변화에 의한 것이라 생각된다. 연구개의 변화는 술후 연구개의 두께 변화와 및 FH 평면과 연구개가 이루는 각도의 변화를 의미한다. PAS (UT)의 변화는 PAS (OL)의 변화 양상과 유사하나 그 변화의 양이 크지 않다. 이것은 앞서 말한 원인과 관련이 있을 것으로 생각된다. 하인두 부위의 공간 변화는 골격적 후방 이동량이 존재하였음에도 불구하고 그 변화량이 통계적 유의성을 보이지 않았다. 이것은 Sammon 등²⁴과 Chen 등¹⁹의 양악 수술 후 구인두와 하인두부위의 감소를 언급한 것과는 다소 다른 결과이다. 이것은 상악골의 상방이동에 의한 하악골의 회전과 후방 이동량의 감소가 원인일 것으로 생각된다.

연구개의 변화는 술후 일시적으로 증가하였다가 다시 감소하여 초기 폭경과 유사하였다. 연구개의 길이는 술후 길어졌다가 추적조사 기간 동안 점차 감소하기 시작하나 처음 상태로 회복되지는 않는 것으로 나타났다. 이것은 상악골의 상방이동에 따른 연조직의 이완과 관련이 있을 것으로 생각된다. 즉 상악골의 상방이동은 연조직의 stretching효과를 감소시키고 이로 인한 근이완이 길이의 증가를 가져왔을 것으로 생각된다.

한편 골격의 이동상 상악골의 후상방 회전이 이루어짐에도 불구하고 FH plane과 연구개가 이루는 각도는 술후 변화가 없다가 추적조사 기간동안 증가하였다. 이러한 변화양상은 수술 후부터 추적조사 기간동안의 생리적인 호흡 구조의 변화와 적응으로 생각할 수 있을 것이다.

하악골의 골격적 전방 혹은 후방이동의 경우 이동양상과 상기도 변화의 상관관계에 있어서는 유의한 양의 상관관계를 보고한 바 있다.¹⁸ 따라서 본 연구에서도 경조직의 상방이동에 따른 상기도의 변화에 대해 유의수준 5%로 Pearson 상관계수와 stepwise 회귀분석을 시행하여 그 관련성을 검토하였다. 그러나 분석 결과 상악골의 상방이동에 대한 상관관계는 상당히 낮은 수준이었다. 오히려 Bae 등¹⁸이 언급한 것처럼 상·하악골의 수평적 골격이동양상이 상기도 변화와 유의성 있는 수준의 관련성이 있는 것으로 나타났다. 흥미롭게도 FH-uvular 각도값의 회귀분석에서 상악골의 수직적인 이동보다는 전후방적 이동에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 이것은 상악골의 수직적 이동에 따른 근이완 및 수축보다는 전

방이동에 따른 변화와 기도 공간을 유지하려는 생리적 반응으로 생각된다. 회귀분석 상에서 대부분의 상기도 폭경의 변화는 상악골의 수직 이동량과 유의성 있는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

실제로 상악골의 상방이동 술식이 시행 될 때 비중격과 비갑개 부위의 해부학적 병목 현상이 예상되는 경우 비갑개 절제술을 시행하는 경우가 존재한다. 이러한 비갑개 절제술은 해부학적 비저항을 감소시키는 효과가 있다. 한편 상악골 수술 시 비저항에 대한 실제적 실험 연구에서는 비기도의 저항, 비호흡과 구호흡의 비율이 변화하거나 저항이 증가하는 일이 발생하지 않았다.^{38,39} 따라서 평균 4.40 ± 1.14 mm 정도의 상악골 상방이동을 동반한 양악 수술의 상기도 변화는 생리적 적응에 큰 무리가 없을 것으로 생각되지만 본 연구에서는 상악골의 수직이동과 함께 50% 정도의 전방이동이 존재하였으며 평균적인 상악골의 수직이동이 평균 4.40 ± 1.14 mm였다는 것이 고려되어야 할 것이다. 또한 비중격의 편위와 비공의 크기가 작은 경우 상악골 상방이동 술식 시 세심한 주의가 요구된다. 앞으로 3차원 단층촬영을 통한 실제적인 3차원 면적변화에 대한 연구와 생리적이고 기능적인 양상을 이해하기 위해 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

결론

본 연구는 상악골의 상방이동이 동반된 양악 수술을 시행한 경우, 상악골의 수직적 이동량에 따른 상기도의 공간적 구조변화를 술전, 술후 2주 내외, 술후 6개월 후 간격으로 평가하여 그 변화량과 상기도 공간의 변화와의 관련성을 규명해 보고자 하였다.

부산대학교 치과 진료처 교정과에 내원하여 골격적 부정교합으로 진단되어 술전 교정치료를 받은 후, 상악을 Le Fort I 골절단술로 상방이동(평균 4.40 ± 1.14 mm)시키는 동시에 하악골을 후방이동 시킨 성인 환자 24명을 대상으로 시행하였다. 환자들의 평균 연령은 22세 1개월이었으며, 술후 견고 고정법으로 고정하였다.

각각의 환자는 술전, 술후 2주 내외, 술후 6개월 후의 측모 두부 규격 방사선사진을 촬영하였으며 투사도를 작성하여 계측점, 계측선, 계측각 등을 구하고 각각을 통계처리하고 이를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. PAS (R)부위는 술후(T1) 감소하였으나 ($p < 0.01$) 술후 6개월 후(T2)에는 다시 증가하여 술전과 비교 시, 크기 변화를 관찰할 수 없었다.
2. PAS (NL) 부위는 술후(T1)와 술후 6개월 후(T2)에서 유의성 있는 크기 증가를 보였다.
3. PAS (OL)의 경우 술후(T1) 증가를 보이다가 술후 6개월 이후(T2)에서 감소하였다.
4. 연구개의 두께는 술후(T1) 증가를 보이다가 6개월 이후(T2) 처음과 같거나 약간 감소하는 것으로 나타났다으며 FH-uvular 각도는 술후 6개월 이후 증가하였다.
5. 상악골 상방 이동량에 따른 *Pearson* 상관계수와 회귀분석을 시행한 결과, 수직 이동량에 대한 상기도 공간의 변화는 관련성이 높지 않은 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 평균 4.40 ± 1.14 mm의 상악골 상방 이동 술식은 상기도 폭경 변화에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 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.
2. Jeong MH, Choi JH, Kim BH, Kim SG, Nahm DS. Soft tissue changes after double jaw rotation surgery in skeletal Class III malocclusion. J Korean Oral Maxillofac Surg 2006;32:559-65.
3. Bell WH, Jacobs JD, Quejada JG. Simultaneous repositioning of the maxilla, mandible, and chin. Treatment planning and analysis of soft tissues. Am J Orthod 1986;89:28-50.
4. Komori E, Aigase K, Sugisaki M, Tanabe H. Cause of early skeletal relapse after mandibular setback. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;95:29-36.
5. Pepersack WJ, Chausse JM. Long-term follow up of the sagittal splitting technique for correction of mandibular prognathism. J Maxillofac Surg 1978;6:117-40.
6. Mommaerts MY, Hadjiangelou O. Positional changes after mandibular advancement by sagittal split osteotomies and wire osteosynthesis. J Craniomaxillofac Surg 1990;18:93-106.
7. Solow B, Siersbaek-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. Am J Orthod 1984;86:214-23.
8. Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig SB. A cephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial patterns. J Oral Maxillofac Surg 1998;56:135-9.
9. Dunn GF, Green LJ, Cunat JJ. Relationships between variation of mandibular morphology and variation of nasopharyngeal airway size in monozygotic twins. Angle Orthod 1973;43:129-35.
10. Lubart J. The adenoid problem. Arch Pediatr 1960;77:491-5.

11. Handelman CS, Osborne G. Growth of the nasopharynx and adenoid development from one to eighteen years. *Angle Orthod* 1976;46:243-59.
12. Robin R. Effect of nasal airway obstruction on facial growth. *Ear Nose Throat J* 1987;66:212-9.
13. Ahn SC, Suhr CH. A study on nasal respiratory patency in the growing children with anterior crossbite. *Korean J Orthod* 1992;22:179-203.
14. Chin KS, Shon WS. The relationships between the postoperative stability and the changes in the tongue position, the hyoid bone position and the upper airway size after orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism. *Korean J Orthod* 1993;23:693-705.
15. 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.
16. Greco JM, Froberg 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.
17. Cho SJ, Kim YG. A study on relation of position of hyoid bone and upper airway dimensional change according to chin movement in persons with skeletal Class III facial pattern after orthognathic surgery. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2000;22:343-50.
18. Bae JS, Kim KH, Park HS, Huh JK, Park KH. Cephalometric study of posterior airway space and hyoid bone position in patients affected by Class II malocclusion and treated with orthognathic surgery. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2001;23:540-52.
19. 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.
20. Epker BN, Turvey T, Fish LC. Indication for simultaneous mobilization of the maxilla and mandible for the correction of dentofacial deformities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54:369-81.
21. 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.
22. Lee YJ, Sohn BW. A study on the postoperative stability of occlusal plane in Class III orthognathic surgery patients. *Korean J Orthod* 2000;30:643-55.
23. Hochban W, Schürmann R, Brandenburg U, Conradt R. Mandibular setback for surgical correction of mandibular hyperplasia- does it provoke sleep disorder? *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996;25:333-8.
24. Samman N, Tang SS, Xia J. Cephalometric study of the upper airway in surgically corrected Class III skeletal deformity. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 2002;17:180-90.
25. Cakarne D, Urtane I, Skagers A. Pharyngeal airway sagittal dimension in patients with Class III skeletal dentofacial deformity before and after bimaxillary surgery. *Stomatologija* 2003;5:13-6.
26. Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary treatment of dentofacial deformity. St Louis: Mosby; 2003. p. 302.
27. Son WS, Choi YS. Evaluation of hyoid bone position and airway size in Class III malocclusion. *Korean J Orthod* 1996;26:247-54.
28. Solow B, Kreiborg S. Soft tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scan J Dent Res* 1977;85:505-7.
29. Lowe AA, Fleetham JA, Adachi S, Ryan CF. Cephalometric and computed tomographic predictors of obstructive sleep apnea severity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:589-95.
30. Malkoc S, Usumez S, Nur M, Donaghy CE. Reproducibility of airway dimensions and tongue and hyoid positions on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:513-6.
31. Lee YS, Kim JC. A cephalometric study on the airway size according to the types of the malocclusion. *Korean J Orthod* 1995;25:19-29.
32. Tselnik M, Pogrel MA. Assessment of the pharyngeal airway space after mandibular setback surgery. *J oral maxillofac Surg*. 2000;58:282-5.
33. Wenzel A, Williams S, Ritzau M. Changes in head posture and nasopharyngeal airway following surgical correction of mandibular prognathism. *Eur J Orthod* 1989;11:37-42.
34. Shin KY, Lee DK, Oh SH, Sung HM, Lee SH. Comparison of speech patterns according to the degree of surgical setback in mandibular prognathic patients. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2001;23:48-58.
35. Nam SY, Suh SB, Chang Y. The effect of tonsillectomy and adenoidectomy on nasality. *Korean J Otolaryngol* 1999;42:354-7.
36. Wickwire NA, White RP Jr, Proffit WR. The effect of mandibular osteotomy on tongue position. *J Oral Surg* 1972;30:184-90.
37. Chung DH, Lee KS. A study on changes of airway, tongue, and hyoid position following orthognathic surgery. *Korean J Orthod* 1998;28:487-98.
38. Turvey TA, Hall DJ, Warren DW. Alterations in nasal airway resistance following superior repositioning of the maxilla. *Am J Orthod* 1984;85:109-14.
39. Walker DA, Turvey TA, Warren DW. Alterations in Nasal Respiration and Nasal Airway Size Following Superior Repositioning of the Maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 1988;46:276-81.

A study of upper airway dimensional change according to maxillary superior movement after orthognathic surgery

Yong-Il Kim, DDS, MSD,^a Soo-Byung Park, DDS, MSD, PhD,^b
Jong-Ryoul Kim, DDS, MSD, PhD^c

Objective: The purpose of this study was to evaluate the upper airway dimensional change according to maxillary superior movement after orthognathic surgery and to identify the relationship between the amount of maxillary movement and upper airway dimensional changes. **Methods:** The samples consisted of 24 adult patients (9 males and 15 females) who had a skeletal discrepancy and had received presurgical orthodontic treatment. They underwent Le Fort I superior impaction osteotomy and mandibular setback surgery. Cephalometric x-rays were taken at 3 stages - T0 (before orthognathic surgery), T1 (just or within 2 weeks after orthognathic surgery), T2 (6 months after surgery) **Results:** 1, Pharyngeal airway space (PAS (R)-nasopharynx) was decreased after surgery (T1) but recovered at 6 months after surgery; 2, Pharyngeal airway space (PAS (NL)-palatal plane) was increased after surgery and at 6 months after surgery; 3, Pharyngeal airway space (PAS (OL)-occlusal plane) was increased at T1 and was decreased at T2; 4, Soft palate thickness was increased at T1 but it became the same or thinner at T2; 5, There is no statistically significant relation between the amount of maxillary superior movement and pharyngeal airway space. **Conclusions:** These findings suggested that the maxillary superior movement of about an average of 4.40 ± 1.14 mm did not affect upper pharyngeal airway space changes. (Korean J Orthod 2008;38(2):121-32)

Key words: Maxillary superior movement, Pharyngeal airway space

^aResident, ^bProfessor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Pusan National University.

^cProfessor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Pusan National University.

Corresponding author: **Soo-Byung Park.**

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Pusan National University, Gu-Deok-Ro 305, Seo-Gu, Busan 623-739, Korea.

+82 51 240 7446; e-mail, sbypark@pusan.ac.kr.

Received January 3, 2008; Last Revision March 10, 2008; Accepted March 12, 2008.