

## 부정교합환자의 수술전·후 발음변화에 관한 음향학적 특성

Acoustic Characteristics of Patients' Speech Before and After Orthognathic Surgery

진 경 숙\* · 김 동 철\*\* · 황 상 준\*\* · 신 효 근\*\* · 김 현 기\*  
Gyeong-Sook Jeon · Dong-Chil Kim · Sang-Joon Hwang  
Hyo-Keun Shin · Hyun-Gi Kim

### ABSTRACT

It is reported that the orthognathic patients suffer from not only aesthetic problems but also resonance disorder and articulation disorder because of the abnormality of the oral cavity. This study was designed to investigate the resonance of nasality and the intelligibility of speech for acoustic characteristics of patients' speech before and after orthognathic surgery. 8 orthognathic patients participated in the study. The nasality of words containing Korean consonants, Korean consonants and frequency and intensity of the fricative /s/ were measured using Nasometer and CSL (Computerized Speech Lab). Results were as follows: First, the nasality of post orthognathic surgery patients decreased in spontaneous speech. There was a significant difference in the nasality for all words between pre and post orthognathic surgery patients. Second, the nasality of each Korean consonant phoneme of post orthognathic surgery patients decreased. There was also a significant difference of the nasality for each Korean consonant phoneme between pre and post orthognathic surgery patients. Third, the decreased nasality for Korean consonant phonemes showed in plosives, affricates, fricatives, liquids, and nasals after surgery. But the significant difference showed only in plosives and fricatives. Finally, frequency and intensity for the fricative /s/ of post orthognathic patients increased.

**Keywords:** Acoustic analysis, orthognathic surgery, malocclusion

### 1. 서 론

악안면 발육 이상 환자들은 악안면 변형으로 겪게 되는 저작장애와 심미적, 심리적, 악안면 구강 기능 장애로 인한 부정교합으로 발생하는 언어장애로 인하여 의사소통장애를 호소하는 사례가 있다.

부정교합 환자가 구사하는 언어는 일반인들이 관심을 기울여 듣지 않으면 언어상 커다란 문제 점을 발견하기는 어렵다. 그러나 환자 자신은 불명료한 발음으로 인하여 의사소통 장애를 호소하는

\* 전북대학교 임상언어병리학과 및 음성과학연구소

\*\* 전북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과 및 음성과학연구소

경우가 많이 있다(Laine, 1897; Ballino 등, 1993). 이들의 언어는 악 구강 구조의 형태에서 오는 공명장애와 구강구조의 변화로 상악 안에서 정확한 혀의 위치를 자리할 수 없게 되어 조음을 형성하는 과정에서 부적절한 접촉이 발생되고 그로 인한 부정확한 음이 산출되어 언어 명료도(speech intelligibility)가 저하되는 특징이 있다(Laver, 1980; Foster, 1980).

비정상적인 교합양태를 지닌 환자들은 경조직 결함으로 인하여 교정을 위한 악교정 수술을 일반적으로 시행한다(Ewan, 1980). 악교정 수술을 통해 상악골의 이동으로 비강 통로 및 연구개로부터 비·인강에 이르기까지 구강용적 즉 구강구조가 변형된다. 그로인해 발음 공명기관이 변형되어 비음성의 음성변화와 함께 구강인두양태의 기능적인 향상을 도모하게 된다. 따라서 연하, 저작 그리고 발음 명료도 증진과 같은 구강활동에서의 기능적인 변화를 얻을 수 있다(Ruscello 등, 1985). 이처럼 구강 구조와 기능의 변화는 언어 기능에 영향을 주게 되고 나아가 상호 연관된 작용을 하므로 악교정수술 전과 술 후에 따른 구강 구조 기능과 음성 언어의 변화를 정확하고 심도 있게 진단 평가하는 것은 무엇보다도 중요하다.

술 전과 술 후의 부정교합 환자의 음성 언어의 변화 양태를 관찰하기 위하여 다양한 평가방법이 제시·사용되고 있다. 주관적 판단에 의해 평가하기도 하고 실험 장비를 통하여 정량적 데이터를 언어 객관적으로 평가하기도 하나 최근에 좀 더 신뢰성이 있고 객관적인 평가 방법을 통하여 음성 언어 분석의 중요성과 관심이 증폭되고 있다.

본 연구는 악교정 수술을 받은 환자를 중심으로 부정교합 환자가 발화하는 음성언어의 변화를 객관적이고 정량적인 음성 언어 평가 장비 Computerized Speech Lab과 Nasometer를 통하여 술 전과 술 후의 음성 언어의 변화를 공명성의 비음도와 언어 명료도를 중심으로 살펴보고자 한다. 궁극적으로는 부정교합 환자의 음성언어 분석을 통하여 부정교합환자의 술전·후의 음향음성학적 특성을 규명하고 임상에 적용하는데 도움이 되는 정보를 제공하고자 하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구대상

본 연구의 대상은 전북대학교 구강악안면외과에서 하악전돌증을 교정하기 위하여 하악골 후퇴술을 받은 환자 중 수술 전 및 수술 후 3 개월까지 정기적으로 치과대학 언어치료실에서 음성 언어 검사를 받은 환자 8명을 대상으로 하였다. 남자는 5 명, 여자는 3 명이었으며 평균연령은 22.1 세(20~24 세)였다. 본 연구의 대상별 특성을 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상

악 교 정 환 자			
남(명)	평균연령(범위)	여(명)	평균연령(범위)
5	22.2(±1.3)	3	22(±2)

## 2.2 실험 장비

부정교합 환자의 수술 전후 비음도의 평가를 위해 Nasometer II 6400 Model(Kay Elementics Corp., USA, 2001) <그림 1>을 사용하였다. 비음측정기(nasometer)는 비음성의 음향학적인 성분의 상호작용을 분석하고 과비음의 정도를 가장 객관적으로 측정할 수 있으며 생리학적 음성관을 간접적으로 평가하는데 적합한 기자재 중의 하나이다. 비음도의 평가를 위해 피실험자에게 비음측정기를 보정하게 한 후 평가 문형을 발화하도록 하여 비음도를 측정하여 기록하였다.

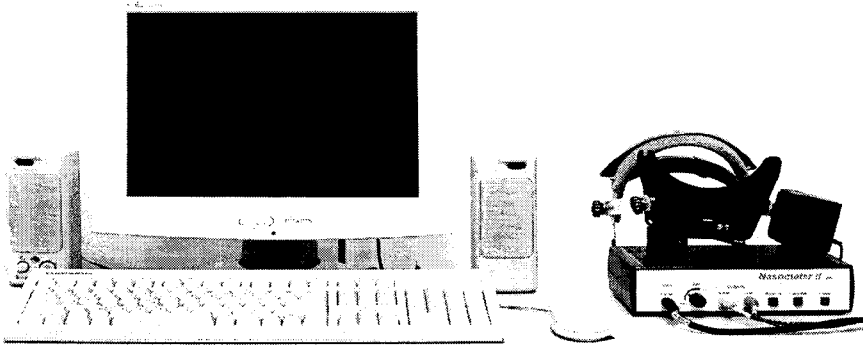


그림 1. Nasometer II 6400 Model

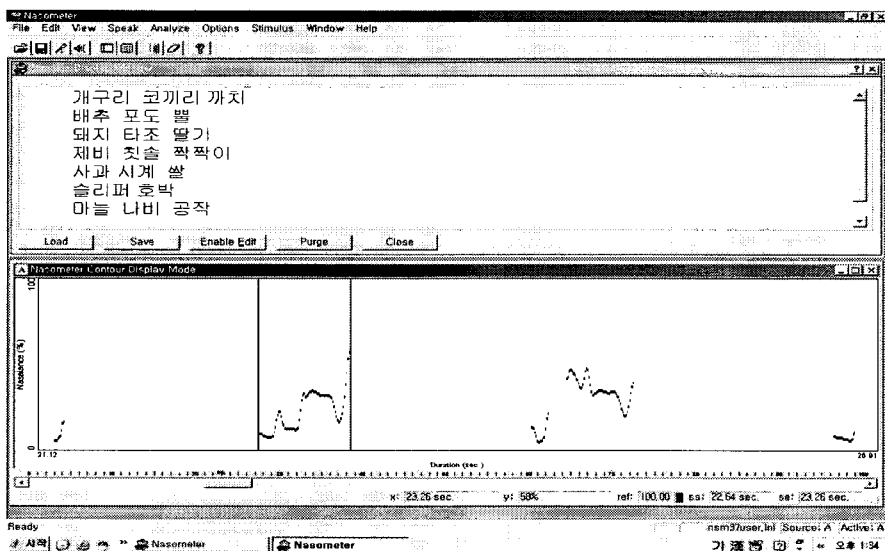


그림 2. 비음도 측정

### 2.3 검사 문형

부정교합 환자의 비음도 변화 연구는 문장 수준과 무의미 음절로 구성된 단어를 통하여 이루어져 왔다(양일수, 1994; 최병하, 1995; 이환수, 2001). 대부분의 의사소통 상황은 문장으로 이루어져 있으며 문장으로 대화하게 되므로 문장수준에서의 비음도 변화 연구는 수술 전·후 부정교합 환자들의 일상적인 언어적 특징들을 전반적으로 살펴볼 수 있다. 그러나 문장수준에서는 문장 발화시 연음의 가능성이 존재하기 때문에 부정교합 환자들의 비음도를 좀 더 객관적으로 측정하는데 한계가 있다. 또한 무의미 음절로 구성된 단어를 통한 비음도 측정도 자연스런 대화 상황에서 발화될 수 있는 단어로 이루어져 있지 않기 때문에 일상적 의사소통 상황에서의 이들의 언어적 특징을 살펴보는 데 어려움이 있을 것으로 예측된다. 따라서 본 연구에서는 구조화된 상황이 아닌 일상적 의사소통 상황에서 발화하게 되는 단어를 통하여 부정교합 환자들의 수술 전과 후의 비음도 변화를 살펴보았다. 또한 단어와 함께 자음음소, 즉 각 개별 자음음소 및 조음방법에 따른 자음음소를 통하여 부정교합 환자들의 수술 전과 후의 비음도 변화를 세부적으로 살펴보았다.

본 연구의 검사 문형은 VPI 조음검사(신호근·김현기, 2003) 도구에 수록되어 있는 단어들로 선정하였다. VPI 조음장에 검사지를 <부록 1>에 제시하였다. <표 2>에 제시되어 있는 단어 목록을 통하여 단어의 비음도를 분석하였다. 그리고 자음 음소 및 조음방법에 따른 자음음소 분석을 위해 단어에서 목표 자음음소가 포함된 음절을 통해 자음음소의 비음도를 분석하였다. 단어 목록 중 목표 자음음소가 포함된 음절 'CVC', 'CV' 유형 중 'CV'음절 유형만을 사용하였다. 단어 'CVC' 음절 유형은 중성자음을 탈락시켜 'CV' 음절 유형으로 분리하여 분석하였다. 조음방법에 따른 자음음소의 비음도 변화 분석은 구강자음의 파열음, 파찰음, 마찰음, 유음과 비강자음의 비음으로 분류하여 측정하였다.

### 2.4 CSL

부정교합 환자의 음성언어의 음향학적 특성은 IBM기종의 CSL <그림 3>을 사용하여 분석하였다. CSL상에서 음향 음성학적 분석 항목은 다음과 같다. 악교정 술 전과 술 후의 음성 언어 명료도를 알아보기 위하여 악교정수술 전후 특징적으로 나타나는 마찰음 계열, 무성 마찰음 /s/와 /ʃ/ 중 한국어 자음 양상과 일치하는 /s/를 지속적으로 발음하게 하여 주파수와 음성강도(<그림 3>)를 관찰 분석하였다.

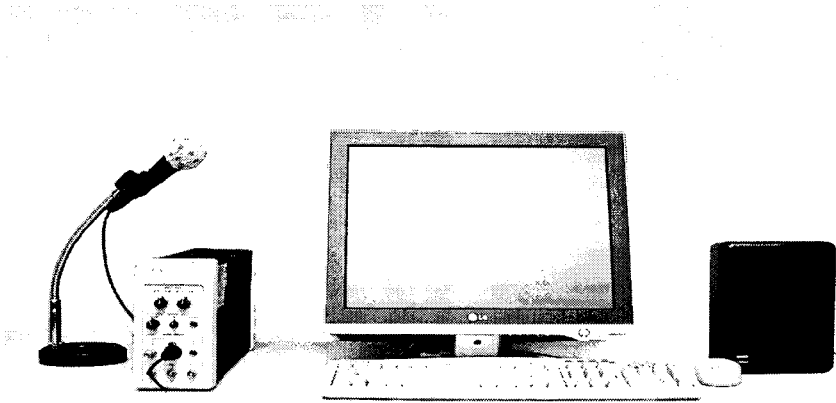


그림 3. Computerized Speech Lab Model 4300-B

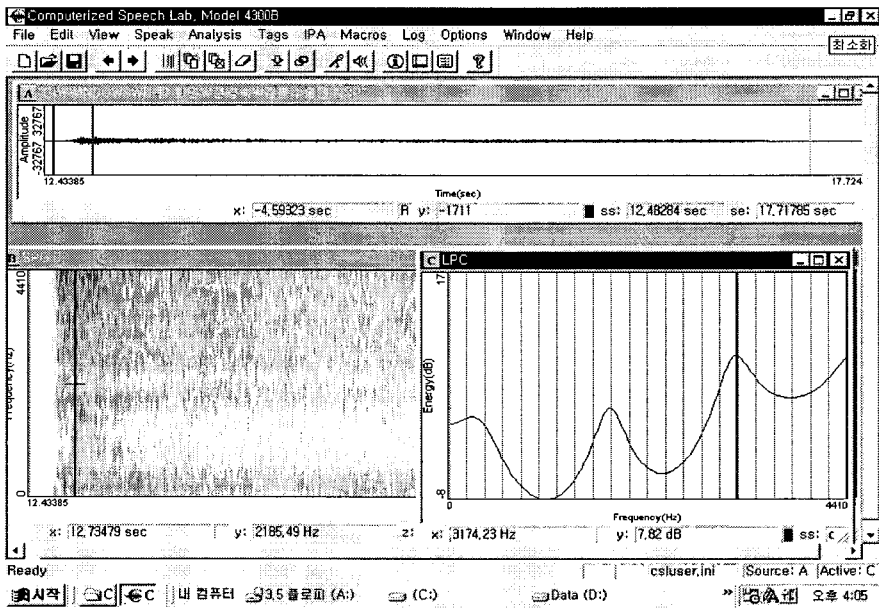


그림 4. CSL을 이용한 주파수와 강도 분석

본 연구의 실험 장비 및 평가 언어 표본은 <표 2>와 같다.

표 2. 실험 장비 별 음성 언어 표본

실험장비	평가문형
Nasometer	단어 kekuli, kʰokili, kʰacʰi, pɛcʰu, pʰoto, pʰul, twɛci, tʰaco, tʰalki, cepi, cʰitsol cʰakcʰaki, sakwa, fikje, sʰal suɭlipʰə, hopak, manuɭ napi, koŋcak
	자음음소 /k/, /kʰ/, /kʷ/, /p/, /pʰ/, /pʷ/, /t/, /tʰ/, /tʷ/ /c/, /cʰ/, /cʷ/, /s/, /sʰ/, /sʷ/, /l/, /h/, /m/, /n/, /ŋ/
	과열음 /k/, /kʰ/, /kʷ/, /p/, /pʰ/, /pʷ/, /t/, /tʰ/, /tʷ/
	과찰음 /c/, /cʰ/, /cʷ/
	조음방법별 자음음소 마찰음 /s/, /sʰ/, /sʷ/, /h/
	유음 /l/
비음 /m/, /n/, /ŋ/	
CSL	마찰음 /s/, /sʰ/

### 2.5 음성파일 제작 및 자료 분석

음성녹음은 전북대학교 치과대학 구강악면외과학교실의 언어치료실에서 실시하였으며 음성실험 시 피실험인에게 연구의 내용을 설명하고 가능한 한 편안한 자세로 하여 평소 대화 시 발화하는 습관대로 발음 하도록 하였으며 음성기록 및 보존을 위해서 콘텐츠서 마이크로폰을 사용하고 Sony Tape Recorder TC D-10에 동시 녹음하여 장기간 보존하도록 하였다.

악교정 수술 전과 수술 후의 각 검사 항목에 따라 데이터의 평균과 표준편차와 각종 계측치는 통계처리 하였다. 술 전과 술 후의 단어와 자음음소 의 비음도 변화, 마찰음 변화의 유의차 검정은 Paired t-test를 시행하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 수술 전 후 단어 비음도 비교

악교정수술 전 후 환자를 중심으로 20개의 단어 표본을 통한 술 전 · 후 단어 비음도를 측정된 결과는 <표 3>과 <그림 5>와 같다.

과열음, 과찰음, 마찰음과 유음의 구강자음 및 비음의 비강자음을 포함한 단어 발화시 술 전 · 후 비음도를 측정된 결과 술 후 비음도가 술 전 비음도보다 비교적 낮게 나타났다.

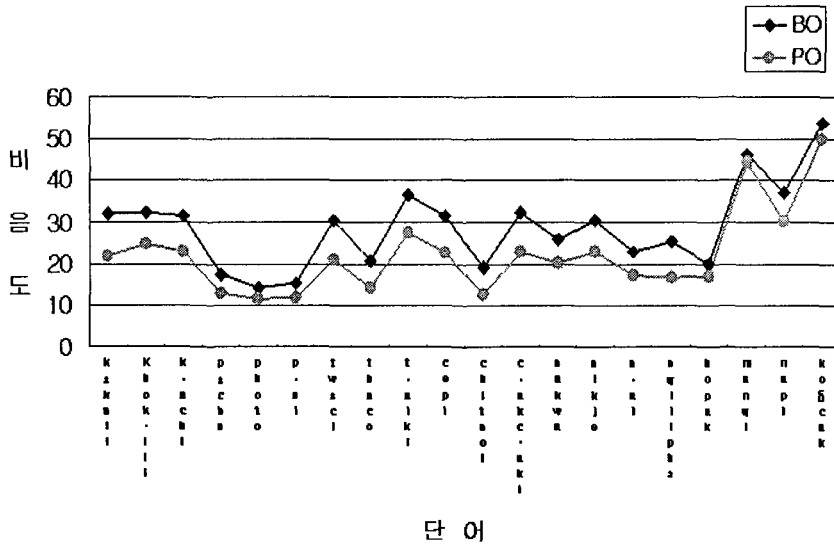


그림 5. 수술 전·후 단어 비율도

표 3. 수술 전·후 단어 비율도 비교

단어 표본	단어 비율도	
	수술 전	수술 후
/kekuli/	32.00(±19.29)	21.75(±11.32)
/k <sup>h</sup> okili/	32.38(±16.28)	24.75(±11.29)
/k <sup>h</sup> ac <sup>h</sup> i/	31.63(±18.45)	22.75(±12.31)
/pɛc <sup>h</sup> u/	17.38(±16.15)	12.88(±12.37)
/p <sup>h</sup> oto/	14.38(±11.75)	11.63(±6.74)
/p <sup>h</sup> ul/	15.25(±10.61)	11.88(±7.92)
/twæci/	30.38(±18.92)	21.00(±10.06)
/t <sup>h</sup> aco/	20.63(±13.95)	14.25(±8.29)
/t <sup>h</sup> alki/	36.63(±12.93)	27.50(±7.35)
/cepi/	31.38(±19.00)	22.50(±10.97)
/c <sup>h</sup> itsol/	19.00(±14.30)	12.75(±11.30)
/c <sup>h</sup> akc <sup>h</sup> aki/	32.25(±16.18)	23.00(±10.70)
/sakwa/	25.88(±11.29)	20.13(±10.19)
/fikje/	30.50(±19.30)	22.88(±8.63)
/s'al/	22.75(±13.98)	17.13(±8.04)
/sullip <sup>h</sup> ə/	25.25(±13.46)	16.75(±8.73)
/hopak/	19.88(±9.95)	17.00(±7.93)
/manʉl/	46.25(±8.12)	44.38(±10.31)
/napi/	37.25(±15.79)	30.13(±9.28)
/koŋcak/	53.88(±8.29)	50.13(±9.03)

## 3.2 수술 전·후 환자의 단어 비율도 비교

악교정수술 전·후 환자의 총 단어 비율도를 측정된 결과는 <표 4>와 <그림 6>과 같다. 악교정 수술 전 단어 비율도 평균은 28.74%였고, 수술 후 단어 비율도 평균은 22.32%로 수술 후 비율도가 수술 전 비율도보다 6.42% 더 낮게 나타났으며 통계적으로 유의미하였다.

표 4. 수술전·후 환자의 단어 비율도 비교

대 상	단 어 비 율 도	
	수 술 전	수 술 후
S1	22.60(±13.36)	16.80(±10.91)
S2	16.20(±11.36)	20.75(±17.07)
S3	27.80(±9.32)	21.90(±11.75)
S4	41.15(±15.80)	26.00(±15.00)
S5	55.15(±8.33)	39.65(±8.53)
S6	23.15(±11.60)	17.45(±10.15)
S7	26.75(±14.25)	18.25(±14.19)
S8	17.15(±10.32)	17.75(±10.20)

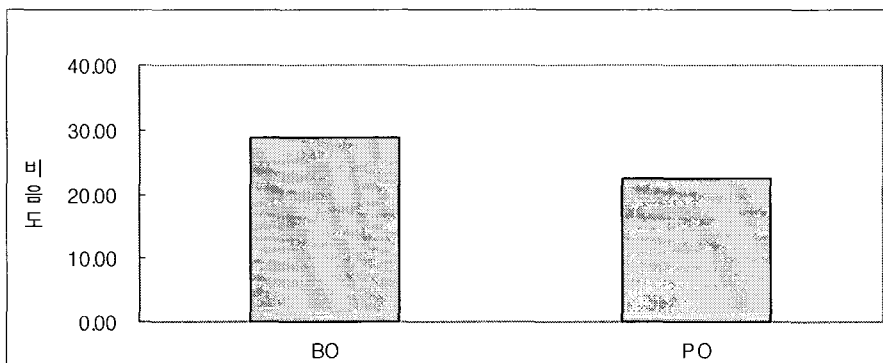


그림 6. 수술전·후 단어 비율도 비교

## 3.3 자음음소의 비율도 변화

구강자음과 비강자음을 포함한 2~3 음절 단어표본은 자연스런 의사소통 상황에서 발화하게 되는 단어 목록들이다. 그러나 위의 유의미 단어들은 조음방법이 일치하지 않은 음소들로 구성되어 있어 각 자음의 개별음소와 조음방법별 특성에 따른 자음 음소의 비율도 변화를 측정하는데 어려움이 있을 것으로 예측되어진다. 따라서 조음방법에 따른 자음 음소가 모두 포함된 각 단어 중 목표음소가 포함된 음절을 분리하여 음소의 비율도 변화를 살펴보았다. 즉 각 단어의 음절을 통하여 음소의 비율도를 분석하였다. 단어 표본 중 목표음소가 포함된 음절은 여러 음절 유형 중 'CV' 음절 유형만을 사용하였다. 'CVC' 음절 유형은 중성자음을 탈락시켜 'CV' 음절 유형으로 분석하였다.



3.3.1 수술전·후 자음음소의 비율도 비교

자음 음소를 분석하기 위해 20 개의 단어 표본 중 목표음소가 포함된 음절을 통하여 수술전·후 자음 음소 비율도를 분석하였다. 파열음과 파찰음, 마찰음 및 유음의 구강자음을 포함한 음소와 비음의 비강자음 음소 비율도는 <표 6>과 <그림7>과 같다

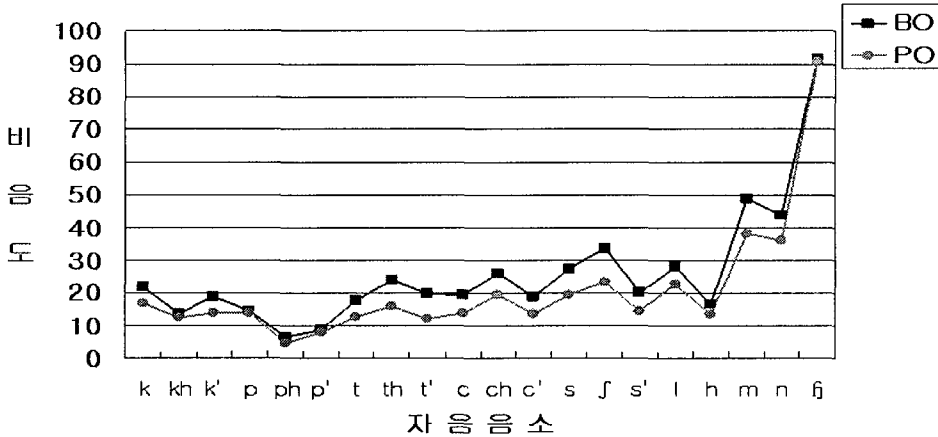


그림 7. 수술 전·후 자음음소 비율도

표 6. 수술전·후 자음음소 비율도 비교

자음 음소 표본	자음 음소 비율도	
	수술전	수술후
/k/	21.75(±20.38)	16.88(±13.70)
/k <sup>h</sup> /	13.63(±12.30)	12.50(±9.18)
/k'/	18.88(±14.19)	13.88(±8.18)
/p/	14.50(±11.51)	13.88(±12.60)
/p <sup>h</sup> /	6.38(±4.84)	4.75(±3.20)
/p'/	9.00(±7.56)	8.13(±6.22)
/t/	17.88(±17.78)	12.75(±11.95)
/t <sup>h</sup> /	23.88(±13.48)	15.88(±10.33)
/t'/	19.75(±15.27)	12.00(±5.58)
/c/	19.38(±19.08)	14.00(±11.93)
/c <sup>h</sup> /	26.13(±17.95)	19.38(±20.75)
/c'/	19.00(±15.68)	13.50(±8.94)
/s/	27.50(±14.45)	19.38(±9.13)
/ʃ/	33.75(±19.83)	23.50(±11.86)
/s'/	20.00(±15.15)	14.38(±9.68)
/l/	28.13(±16.84)	22.88(±12.62)
/h/	16.63(±11.98)	13.63(±7.07)
/m/	48.88(±7.95)	38.25(±17.92)
/n/	43.88(±24.36)	36.13(±25.28)
/ŋ/	91.38(±2.45)	90.50(±2.07)

과열음, 파찰음, 마찰음과 유음의 구강자음 음소 및 비음의 비강자음 음소 발화시의 술 전과 술 후 비음도를 측정된 결과 술 후 비음도가 술 전 비음도보다 더 낮게 나타났다.

### 3.3.2 수술전·후 환자의 자음음소의 비음도 비교

20 개 단어 표본 중 목표음소가 포함된 음절을 분리한 음소 20 개 표본을 통하여 악교정 수술 전·후 환자의 비음도를 측정된 결과는 <표 7>과 <그림 8>과 같다.

표 7. 수술전·후 환자의 자음음소의 비음도 비교

대 상	자음 음소 비음도	
	술 전	술 후
S1	17.15(±21.11)	13.10(±19.08)
S2	19.40(±22.58)	18.60(±18.45)
S3	31.30(±22.46)	25.20(±23.52)
S4	31.25(±20.85)	19.15(±19.52)
S5	49.95(±16.97)	36.35(±18.19)
S6	18.45(±22.78)	17.75(±22.75)
S7	23.85(±21.20)	19.90(±22.85)
S8	16.75(±18.38)	16.40(±19.78)

자음 음소 비음도 측정결과 부정교합 환자들 대부분은 술전 비음도보다 술후 비음도가 더 낮게 나타났다. 악교정 술 전 음소의 비음도 평균은 26.01%였고, 술 후 음소의 비음도 평균은 20.81%로 술 후 비음도가 술 전 비음도보다 5.20% 더 낮게 나타났다. 수술 전과 후의 음소 비음도 차이를 알아보기 위해 대응표본 t-test를 실시한 결과 유의미한 차이를 보였다( $t=2.864$ ,  $df=7$ ,  $p=.024$ ).

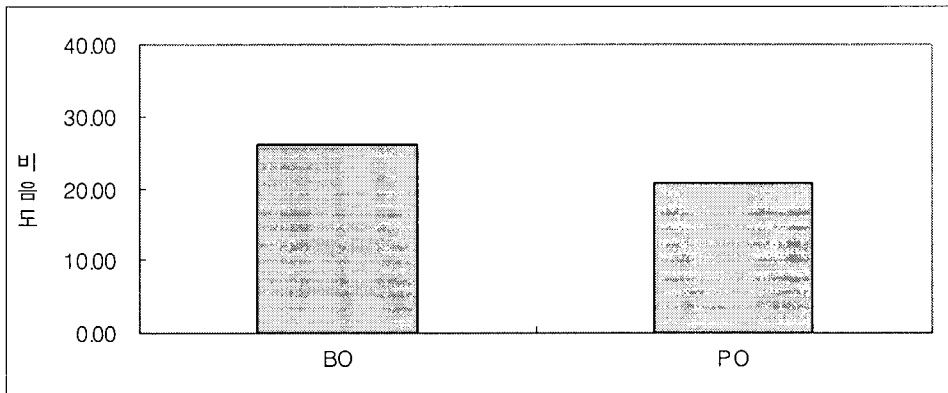


그림 8. 수술전·후 환자의 자음음소 비음도 비교

## 3.4 수술전·후 조음방법에 따른 자음음소 비율도 변화

조음방법에 따른 자음 음소의 비율도를 분석하기 위해 조음방법에 따라 구강자음의 파열음, 파찰음, 마찰음, 유음과 비강자음의 비율으로 분류하였다. 악교정수술 전·후의 파열음, 파찰음, 마찰음, 유음과 비음의 자음 음소 비율도는 <표 9>와 같다.

표 9. 수술전·후 조음방법에 따른 자음 음소 비율도 비교

대상	구강자음								비강자음	
	파열음		파찰음		마찰음		유음		비음	
	술전	술후	술전	술후	술전	술후	술전	술후	술전	술후
S1	6.89	5.67	12.67	9.67	19.25	13.00	26.	13	46.67	39.00
S2	9.00	12.00	8.67	17.33	20.75	14.50	7	26	63.67	42.67
S3	16.67	12.00	29.66	11.33	33.25	24.50	27	39	75.67	74.33
S4	22.11	15.00	29.33	11.33	31.50	13.50	47	21	55.00	46.33
S5	40.78	28.67	55.67	46.00	49.50	32.75	58	44	69.67	52.00
S6	7.78	6.22	12.00	10.00	9.75	12.75	21	17	67.67	67.00
S7	16.56	10.11	14.00	10.33	17.25	13.00	26	13	63.67	70.33
S8	9.67	8.44	10.00	9.00	14.50	17.75	13	10	49.00	48.00

파열음, 파찰음, 마찰음, 유음 및 비음에서의 비율도는 모두 술 전 비율도보다 술 후 비율도가 더 낮게 나타났고 통계적으로도 유의미하였다. 그 결과는 <표 10>과 <그림 9>과 같다.

표 10. 수술전·후 조음방법에 따른 자음음소 비율도 평균 및 SD

자음 음소	술전 (SD)	술후 (SD)
파열음	16.18(±11.29)	12.26 (±7.33)*
파찰음	21.50(±16.11)	15.62(±12.54)
마찰음	24.47(±12.89)	17.72 (±7.26)*
유 음	28.16(±16.84)	22.88(±12.62)
비 음	61.38(±10.24)	54.96(±13.60)

\*  $p < .05$

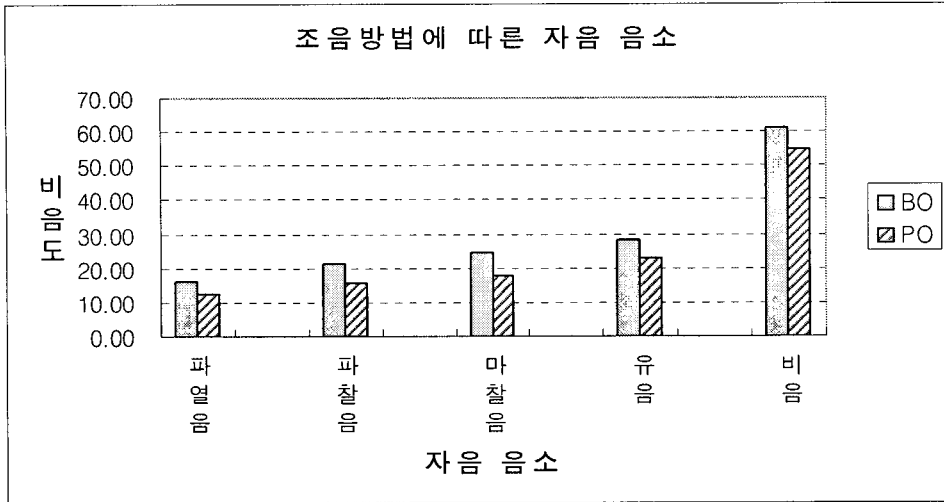


그림 9. 조음방법에 따른 자음음소 비율도

3.5 마찰음의 음향 에너지 변화

성도내 마찰음의 특성은 마찰음 형성 시 협착 지점을 통과하면서 생성되는 소음성 기류이며, 음향학적으로는 고 주파수대로 마찰 주파수 및 강도로 음의 특성을 규명한다. 본 연구에서는 CSL의 LPC analysis를 이용하여 마찰음을 지속적으로 발음한 주파수 피크의 값 및 강도를 측정하였다.

악교정술 전과 술 후 특징적으로 나타나는 무성 마찰음 /s/를 지속적으로 발음하게 하여 주파수 및 강도를 비교한 결과는 <표 11>과 같다.

표 11. 수술전·후의 마찰음의 주파수 및 강도

마찰음		술전	술후
/s/	주파수	3180.29 (±519.61)	3195.43 (±708.84)
	강도	14.19 (±6.36)	19.69 (±4.79)

무성 마찰음 /s/의 마찰 주파수 평균은 악교정수술 전 3180 Hz에서 악교정수술 후 3195.43 Hz로 증가하였으며 마찰 강도 또한 수술 전 14.19 dB에서 19.69 dB로 증가하였다. 그러나 마찰음 /s/의 주파수 및 강도에서 술 전과 술 후 간의 유의미한 차이는 없었다.

#### 4. 총괄 및 고찰

부정교합으로 인한 부정교합 환자들의 언어는 관심을 기울여 듣지 않으면 언어상 커다란 문제점을 발견하기 어려우나 주의 깊게 들어보면 언어 유창성 및 명료도가 저하되어 있다. 언어명료도는 발화시 언어음이 불분명하여 말의 내용을 명확하게 이해하기 어려운 상태를 말하는데 이들의 골격성 교합이상은 언어명료도에 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있다. 즉 골격성 교합 이상은 비·인강 구강용적과 발성기관의 변형을 초래하여 음성 및 공명에 영향을 주고 설골, 혀 및 입술의 위치 또한 변형시켜 언어 명료도를 저하시키는 것이 일반적이다(Subtelny & Sakuda, 1964; Goldstein, 1974; Guay 1978; Dalston 등, 1984).

이와 같이 부정교합은 발음 및 음성, 안면모습, 식이습관 등에 영향을 미치므로 상하악의 악교정 수술을 통하여 교정을 시도 하고 있다(Linda, 1990). 악교정 수술로 구강용적의 감소가 생기면 악궁 내부 공간의 대부분을 차지하는 혀, 연구개, 설골 등이 필연적으로 영향을 받게 되므로 이러한 구조물들의 변화는 음성언어에 영향을 주게 된다(권경환, 2000).

이러한 부정교합 환자의 음성언어를 평가하는 방법으로 청각적인 판단에 의한 주관적인 평가와 실험 장비를 이용한 객관적인 방법이 제시되고 있다. 그러나 주관적 평가 방법은 입상의 및 언어임상가에 의해서 청각적으로 평가되므로 주관적인 언어 성격의 차이가 많아 논란의 여지가 있으며(Huskie, 1993; Issiki 등, 1968), 구강기능의 변화에서 발생하는 미세한 음성변화를 밝히는 자료로서는 미비한 점이 많다. 그러나 최근 컴퓨터 공학 및 의학 진단의 발달로 컴퓨터를 이용한 새로운 음성 평가 기자재들이 개발되어 악구강계 변형에 따른 음성변화를 보다 과학적이고 정밀하면서 보편적으로 사용할 수 있게 되었다.

본 연구에서는 객관적이고 정량적인 음성평가 장비 CSL과 Nasometer를 이용하여 부정교합 환자의 술 전과 술 후의 음성 언어의 변화를 공명성의 비음도와 언어 명료도를 중심으로 살펴보았다. 음성 언어의 공명성은 일상적 의사소통 시 발화하게 되는 단어와 한국어 자음 음소 목록을 통하여 측정하였고 언어 명료도는 악교정 환자의 특징적인 장애 음소로 보고(Dalson 등, 1984; Goodstein 등, 1974; Guay & Maxwell & Beecher, 1978; Kummings 등, 1989)된 마찰음 계열 중 한국어 자음 양상과 일치하는 /s/를 통하여 측정하였다.

자연스런 의사소통 상황에서 발화하게 되는 단어를 통한 비음도 측정 결과 모든 단어에서 술 후 비음도가 술 전 비음도보다 낮게 나타났다. 즉 악교정 수술 후 일상적인 의사소통 상황에서 단어 발화시 비음도가 감소되는 것으로 평가 되었다. 이러한 결과는 단어와 문장 수준에서 술 전보다 술 후에 비음도가 상승하였다고 보고한 양일수(1994)의 연구결과 일치하지 않았다. 한국어 자음 음소, 즉 전체 자음 음소와 조음방법에 따른 자음 음소를 통하여 비음도를 살펴보았다. 그 결과 파열음, 파찰음, 마찰음, 유음의 구강자음과 비음의 비강자음 음소 모두에서 술 전보다 술 후의 비음도가 감소하는 결과를 나타났다. 이처럼 단어와 자음음소에서 술 후 비음도가 낮아지는 현상은 악교정수술 후 비인강 전후 반경이 축소되어 비음성이 약화된 현상이라 예측되어 진다.

한국어 자음 음소 중 조음방법에 따른 자음 음소의 비음도를 살펴본 결과 구강자음인 파열음, 파찰음, 마찰음, 유음과 비강자음인 음소 모두에서 술 전보다 술 후에 낮은 비음도를 보였다. 그러나 파찰음 및 유음과 비음을 제외한 파열음과 마찰음 음소에서만 통계적으로 유의미한 차이를 보

였다. 이러한 결과는 술 전보다 술 후에 비음도가 낮아지게 된다는 김태준(1999)과 백은호(1998) 연구결과와 부분적으로 일치하였다. 그러나 술 전보다 술 후에 비음화 지수 및 비음도가 개선되기 어렵다고 보고한 연구와는 일치하지 않았다(Subtelny, 1964; Warren 등, 1969; Guay, 1974; Graham, 1977; Guenther 등, 1984; 최병하, 1995; 이환수, 2001).

악교정수술 전후 언어명료도를 살펴보고자 마찰음 /s/의 음향학적 특징을 살펴보았다. 그 결과 악교정수술 전 마찰 주파수 /s/는 3180.29 Hz에서 강도 14.19 dB가 형성되었으나 술 후 마찰 주파수 /s/는 3195.43 Hz에서 강도 19.69 dB로 형성되어 주파수와 강도 모두에서 증가하였다. 그러나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 이러한 결과는 백은호(1998)와 이환수(2001)의 연구와는 일치하였으나 최병하(1995)와 김태준(1999)의 연구와는 상이한 결과를 가져왔다. 악교정수술 후 평균 마찰 주파수의 증가는 술 후 악교정 환자의 조음 장소가 약간 앞쪽으로 이동 하였고 협착지점도 약간 앞쪽으로 형성된 것으로 보여 진다. 그러나 일부 환자들의 경우 술 후 마찰 주파수가 술 전보다 감소되었는데 이는 환자의 구강구조 및 수술 방법에 따라 발음의 생성도 다양하게 나타날 수 있는 것으로 추측할 수 있을 것이다. 악교정수술 후 마찰 강도의 증가 변화는 일본인의 /s/음 마찰 강도가 증가하는 현상과 동일한 결과로 나타나서 부정교합에 의해 혀의 위치가 낮고 근육의 강도가 이완되어 음성 에너지가 감소되었던 것이 술 후 교정되어 음성 에너지가 증가한 것으로 볼 수 있다고 하였다(백은호, 1998, 재인용).

부정교합 환자의 술 전과 술 후의 음성 언어 특성을 공명성과 언어명료도를 중심으로 살펴봄으로써 골격성 반대교합자의 발음장애와 공명장애 정도를 정량적으로 평가하고 임상에 응용함과 동시에 발음장애의 충분한 개선을 위한 임상적 데이터를 제공하고자 하였다.

## 5. 결 론

본 연구는 부정교합 환자를 대상으로 술 전과 술 후의 음향음성학적 변화를 공명성의 비음도와 언어명료도를 중심으로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 부정교합 환자들이 자연스런 의사소통 상황에서 발화하게 되는 단어에서 술 후 비음도는 술 전 비음도보다 낮게 나타났으며 술 전과 술 후 간의 전체 단어 비음도에서 유의미한 차이를 보였다.

2. 한국어 전체 자음 음소에 따른 비음도는 모든 자음 음소에서 술 전보다 술 후의 비음도가 감소하는 결과를 나타냈으며 술 전과 술 후간의 전체 자음 음소 비음도에서도 유의미한 차이를 보였다. 이처럼 단어와 자음 음소에서 술 후 비음도가 낮아지는 현상은 악교정수술 후 비인강 전후 환경이 축소되어 비음성이 약화된 현상의 결과로 사료되어진다.

3. 한국어 자음 음소 중 조음방법에 따른 자음 음소의 비음도는 파열음, 파찰음, 마찰음, 유음, 비음 음소 모두에서 술 전 보다 술 후에 낮은 비음도를 보였다. 그러나 파열음과 마찰음 음소에서만 유의미한 차이를 보였을 뿐 파찰음 및 유음과 비음에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다.

4. 부정교합 환자의 마찰음 /s/의 주파수와 강도는 술 전에 비해 술 후에서 모두 증가하였다. 술 후 마찰 주파수가 증가한 결과는 술 후 조음 협착 장소가 앞 부위로 이동한 것으로 사료되어진다. 또한 술 후 마찰 강도의 증가는 균형 잡힌 구강 구조 내 안정된 음성 에너지의 생성을 확인하는 결과임을 제시하였다.

## 참 고 문 헌

- 고도홍, 정옥란 외. 2001. *음성 및 언어분석기 활용법*. 서울: 한국문화사.
- 이호영. 1996. *국어 음성학*. 서울: 태학사.
- 권경환, 김수남, 이동근, 조용민, 이숙향. 2000. "악교정 환자의 악교정 수술전후 발음양상에 대한 비교 연구." *대한악안면성형재건외과학회지* 22(2), 191-205.
- 김병주, 김여갑. 1993. "하악전돌증환자의 악교정수술 후 음성변화에 관한 연구." *대한악안면성형재건외과학회지* 15(4), 239-252.
- 김태준. 1999. *악교정 수술 전후 음성언어의 구강 및 비강 유출 기량에 관한 Macquiere Computerized Speech Lab 연구*. 전북대학교.
- 양일수, 신효근. 1994. "Digital sound spectrograph 및 Nasometer를 사용한 악교정 수술환자의 술전 후 음향음성학적 특성에 관한 비교 연구." *대한구강악안면외과학회지* 20(4), 443-459.
- 이환수. 2001. *하악 전돌증 환자의 악교정 수술 후 성도 공명의 변화 연구*. 전북대학교.
- 신기영, 이동근, 오승환, 성현모, 이숙향. 2001. "하악골 전돌증 수술 후 하악골 이동량에 따른 발음양상에 관한 비교 연구." *대한악안면성형재건외과학회지* 23(1), 48-58.
- 신효근. 1998. "골격성 반대교합 환자의 3급 부정교합 수술 전후 무성 마찰음 /s/, /ʃ/와 모음의 음향학적 특징 및 비음도의 변화." *대한악안면성형외과학회 제 37차 종합학술대회 및 정기총회*. 전북대학교교문화관.
- 최병하. 1998. "顎矯正 手術患者의 手術前後 音響共鳴의 變化에 關한 研究." *대한치과의사협회지* 352, 660-675.
- Ballino, L. d. et al. 1993. "Perceptual characteristics of consonants errors associated with malocclusion." *J Oral Maxillofac Surg* 8, 195-202.
- Baum S.R. 1993. "An acoustic analysis of rate of speech effects on vowel production in aphasia." *Brain and Language* 44, 431-445.
- Computerized Speech Lab 4200. 1991. Manual*. Kay Electrometrics.
- Dromez C., Ramig L.O. Johnson A. B. 1995. "Phonatory and articulatory changes associated with increased vocal intensity in Parkinson disease: a case study." *Journal of Speech and Hearing Research* 38, 751-764.
- Graham, L.R. 1997. *The effect of superior repositioning of the maxillary on nasal airway resistance and airflow: A short term study*. Master's Thesis. University of North Carolina.
- Huskie, L.F. 1993. "Assessment of Speech and Language Status: Subjective and Objective approaches to appraisal of vocal tract structure and function." In Jackie Strengelhofen(ed.), *Cleft Palate*, London: Whurr publishers.
- McLeod, S. & Issac, K. 1995. "Use of spectrographic analyses to evaluate the efficacy of phonological intervention" *尙科學報* 95(9), 229-234.
- Nakane, N. 1995. "An aerodynamic Study on Speech Sounds before and after Two-Jaw Surgery in patients with Mandible protrusion and Maxillary Retrusion." *尙科學報* 95(9), 969-999.

접수일자: 2007. 7. 21

게재결정: 2007. 8. 29

▲ 전경숙

전북 전주시 덕진구 금암동

전북대학교 의과대학 대학원 임상언어병리학과 (우: 561-756)

Tel: +82-63-270-4325 Fax: +82-63-270-4325

E-mail: dongsuli96@nate.com

▲ 김동철

경기도 부천시 원미구 도당동

131번지 4층 기분좋은 치과 (우: 420-804)

H.P.: 018-605-3757

▲ 황상준

서울시 용산구 한강로 3가 16-48

의림빌딩 7층 704호 미사랑치과의원 (우: 140-879)

H.P.: 011-9386-6799

▲ 신호근

전북 전주시 덕진구 금암동

전북대학교 치과대학 구강악안면외과학교실 (우: 561-756)

H.P.: 011-652-2014

E-mail: hkshin@chonbuk.ac.kr

▲ 김현기

전북 전주시 덕진구 금암동

전북대학교 의과대학 대학원 임상언어병리학과 (우: 561-756)

Tel: +82-63-270-4325 Fax: +82-63-270-4325

E-mail: hyungk@chonbuk.ac.kr



## &lt;부록 1&gt; 비인강폐쇄부전·조음장애 검사지

성 명: \_\_\_\_\_ 나 이: \_\_\_\_\_ 성 별: 남·여 검사일자 \_\_\_\_\_

평가순위	그 림 카 드	목표음소	오 류 패 턴
1	오 이 /oi/	/o/, /i/	
2	악 어 /akə/	/a/, /ɔ/	
3	개 구 리 /kəkuli/	/k/	
4	코 끼 리 /k <sup>h</sup> ok'ili/	/k <sup>h</sup> /	
5	까 치 /k'ac <sup>h</sup> i/	/k'/	
6	배 추 /pɛc <sup>h</sup> u/	/p/	
7	포 도 /p <sup>h</sup> oto/	/p <sup>h</sup> /	
8	빨 /p'ul/	/p'/	
9	돼 지 /twɛci/	/t/	
10	타 조 /t <sup>h</sup> aco/	/t <sup>h</sup> /	
11	딸 기 /t'alki/	/t'/	
12	제 비 /cepi/	/c/	
13	칫 솔 /c <sup>h</sup> itsol/	/c <sup>h</sup> /	
14	짹 짹 이 /c'akc'aki/	/c'/	
15	사 과 /sakwa/	/s/	
16	시 계 /ʃikje/	/ʃ/	
17	쌀 /s'al/	/s'/	
18	슬 리 퍼 /sullip <sup>h</sup> ə/	/l/	
19	호 박 /hopak/	/h/	
20	마 늘 /manɯl/	/m/	
21	나 비 /napi/	/n/	
22	공 작 /koŋcak/	/ŋ/	