

## 구개인두성형술 후 음성의 음향학적 변화

### The Acoustic Changes of Voice after Uvulopalatopharyngoplasty

홍기환\* · 김성완\* · 윤희완\* · 조윤성\* · 문승현\* · 이상현\*  
K-H Hong · S-W Kim · H-W Yoon · Y-S Cho · S-H Moon · S-H Lee

#### ABSTRACT

The primary sound produced by the vibration of vocal folds reaches the velopharyngeal isthmus and is directed both nasally and orally. The proportions of the each component is determined by the anatomical and functional status of the soft palate. The oral sounds composed of oral vowels and consonants according to the status of vocal tract, tongue, palate and lips. The nasal sounds composed of nasal consonants and nasal vowels, and further modified according to the status of the nasal airway, so anatomical abnormalities in the nasal cavity will influence nasal sound. The measurement of nasal sounds of speech has relied on the subjective scoring by listeners. The nasal sounds are described with nasality and nasalization. Generally, nasality has been assessed perceptually in the effect of maxillofacial procedures for cleft palate, sleep apnea, snoring and nasal disorders. The nasalization is considered as an acoustic phenomenon.

Snoring and sleep apnea is a typical disorders due to abundant velopharynx. The sleep apnea has been known as a cessation of breathing for at least 10 seconds during sleep. Several medical and surgical methods for treating sleep apnea have been attempted. The uvulopalatopharyngoplasty(UPPP) involves removal of 1.0 to 3.0 cm of soft palate tissue with removal of redundant oropharyngeal mucosa and lateral tissue from the anterior and sometimes posterior faucial pillars. This procedure results in a shortened soft palate and a possible risk following this surgery may be velopharyngeal malfunctioning due to the shortened palate. Few researchers have systematically studied the effects of this surgery as it relates to speech production. Some changes in the voice quality such as resonance (nasality), articulation, and phonation have been reported.

In view of the conflicting reports discussed, there remains some uncertainty about the speech status in patients following the snoring and sleep apnea surgery. The study was conducted in two phases: 1) acoustic analysis of oral and nasal sounds, and 2) evaluation of nasality.

**Keywords : Uvulopalatopharyngoplasty, Acoustic analysis**

---

\* 전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

## 1. 서론

후두에서 발생한 후두원음은 발화시 연구개의 운동에 의해 구강 및 비강으로 향하여 구강음 및 비강음으로 구분되어진다. 이러한 구분은 주로 연구개의 해부학적 및 기능적 상태에 의해 좌우되며 비강을 통해 나온 비강음은 발생시 구개인두(velopharynx)의 열림 정도에 의해 좌우된다. 그러므로 구개인두는 구강과 인두의 경계가 되는 해부학적인 구조물로서 언어의 조음 및 삼킴 작용에 매우 중요한 역할을 한다. 이러한 구조물에 해부학적 변화가 초래된 경우 구강음 및 비강음의 변화가 주된 증상으로 나타나게 된다.<sup>1)</sup>

최근 들어 컴퓨터를 이용한 음성언어 분석의 발달로 보다 과학적인 음성분석이 가능해졌다. 비침습적인 구개기능 평가에 대해서는 크게 두 가지로 구분할 수 있겠다. 첫째, 음성언어의 음향학적 분석(acoustic analysis)과 공기역학적 분석(aerodynamic analysis)으로 대별되며 음향학적 검사에는 성대진동수의 변화, 구강음에 대한 공명의 변화 및 비강음에 대한 비음도의 변화로 구분할 수 있겠다. 비강음은 비강자음과 비강모음으로 구분되는데 비강음을 객관적으로 나타내는 용어에는 비음도(nasality)와 비음화(nasalization)등이 있다.<sup>2)</sup> 비음도(nasality)란 정상적인 비강음과는 달리 성도의 공명기관 중 특히 비강과 구강에 연관된 공명장애시에 나타나는 비강음 즉, 일종의 음성질환을 객관적으로 나타내는 하나의 척도로서 이용되는 청각적인 용어로서 비강음의 이상은 구개, 비인강, 비강 등에 해부학적인 또는 기능적인 이상이 있는 경우 나타난다.<sup>3)</sup>

이비인후과 영역에서는 최근 들어 사회적 혹은 가정적인 요인의 변화로 인해 코골이 혹은 수면 무호흡증에 대한 수술적 처치가 빈번해지고 있는 실정이지만 구개인두의 해부학적인 변화로 인한 구개인두의 기능변화에 대해서는 아직 많은 논란이 있는 상태이다. 구개인두성형술에 대한 보고는 1964년 Ikematsu가 코골이를 교정하기 위해 처음 시행하였고<sup>4)</sup> 그 후 Fujita에<sup>5)</sup> 의해 변형, 발전되어 왔으며 1980년대 이후로 여러 가지 수술방법이 고안되어 코골이 혹은 폐쇄성 수면무호흡증의 유용한 치료방법으로 널리 시행되어지고 있다.<sup>6)-11)</sup> 기본적인 수술의 원리는 구인두 유리연의 과도한 연조직을 제거함으로써 상기도를 확장시키는 수술로서 수술의 범위는 코골이 혹은 경도의 수면 무호흡증인 경우 국소마취 하에 레이저 혹은 전기소작을 이용한 비교적 간단한 구개인두성형술로부터 심한 코골이 혹은 고도의 수면무호흡증인 경우 전신마취 하에 편도절출술을 포함한 광범위한 구개인두 성형술까지 다양한 수술법들이 소개되어왔다. 구개인두성형술에 대한 수술적 위험도에 대해서는 대부분 수술에 의한 구개인두의 해부학적 변화에 비해 미비한 위험성만 보고되고 있다.<sup>8)-10)</sup> 그러나 음성언어에 대한 구개기능의 중요성을 고려한다면 수술후의 음성언어의 변화에 대한 특별한 관심과 이해가 필요하다. Powell은<sup>12)</sup> 수술에 따른 음성의 변화로서 미비하지만 음성의 변화를 보고하여 이에 대한 전반적인 연구의 중요성을 보고하였지만 불행히도 구개인두성형술 후의 음향학적인 분석에 의한 음성의 변화에 대한 연구는 많지 않다.<sup>9),13)14)</sup> Monson 등에<sup>14)</sup> 의하면 코골이 환자중 수면 무호흡증 환자들은 편도비대 및 과다한 인두조직으로 인해 수술 전 이미 음성 및 언어의 변화가 있으며 수술 후 이러한 해부학적인 변화로 음성언어가 오히려 호전되는 경우도 있을 수 있으며 Zonhar 등의<sup>7)</sup> 보고에 의하면 특히 /r/ 발음의 변화가 약 12%에서 나타난다고 보고하였다. Murry 등에 의하면<sup>15)</sup> 구개인두성형술 후 발화기저주파수(speaking fundamental fre-

quency), 발화속도(reading rate), 모음에 대한 음형대의 변화(formant frequency shift)등을 보고하였던 바 발화기저주파수의 변화는 매우 미비하였지만 독서율의 현저한 증가와 모음에 대한 제 2 음형대 주파수의 감소를 보고하였다.

본 연구에서는 구개인두 기능평가를 위해 비강음 및 구강음에 대한 음향학적 분석을 통해 구개인두성형술 후 구개인두에 대한 체계적인 기능평가 시스템을 시행하여 유의한 결과를 얻었기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 2. 연구 대상

본 연구에 참여한 연구 대상으로는 본 교실에서 코골이 및 수면무호흡증으로 구개인두성형술을 받은 환자를 대상으로 하였던 바 술 전, 술 후 4 주 및 8 주째까지 추적관찰 및 음성언어의 분석이 가능하였던 환자를 대상으로 하였다. 모든 대상환자는 구강 및 인두의 비정상적 소견을 제외하고는 비강 내 혹은 기관-후두의 어떠한 병변도 없으며 과거력 상 음성언어에 지장을 주는 신경학적 질환이 없는 환자를 대상으로 하였다. 성별분포는 남자 16 명, 여자 17 명 등 총 33 명이었고 연령은 24 세부터 57 세 사이로 평균 41 세였다. 구개인두성형술에 대한 수술 방법으로는 모든 예에서 전신마취 하에 편도제거를 포함한 구개인두성형술을 시행하였던 바 먼저 편도를 제거하고 연구개 근육은 보존하면서 구개 함몰부위(palatal dimple point) 바로 아래에서 절개한 후 구개수와 연구개 하연의 일부분을 제거하고 연구개의 후벽, 즉 비인강의 전벽을 앞으로 돌려 연구개의 전벽 절개선에 봉합하고 후구개궁을 따라서 과도한 조직을 제거한 다음 후구개궁(posterior tonsillar pillar)을 전구개궁 (anterior tonsillar pillar)과 봉합하였다.

## 3. 연구 방법

### 3.1 음향분석(acoustic analysis)

피치 및 음향 스펙트럼 분석은 computerized speech lab(CSL, model 4200-B, Kay elemetrics, Pine Brook, USA)을 사용하여 분석하였다. 음향분석을 위한 음성신호 및 분석항목은 다음과 같다.

- 1) 구강모음분석(/a/, /e/, /i/, /o/, /u/); 기저주파수 변화, Hz  
음형대 주파수 변화, Hz  
음형대 강도 변화, dB  
음형대 bandwidth 변화, Hz
- 2) 비강자음(/마마/, /나나/, /앙앙/); 비음형대 주파수, Hz  
비음형대 bandwidth 변화, Hz
- 3) 구강자음(/킷킷/, /킷킷/, /킷킷/); 음성발현시간(VOT, voice onset time), msec  
파열강도, dB

### 3.2 비음도 검사(nasalance analysis)

비음측정의 원리는 발화시 구강 및 비강으로 흘러나오는 공기 유량을 음향에너지로 변환하여 비강도를 측정하는 원리이다. 비음도란 비강음에 대한 음성에너지를 비강음과 구강음의 합으로 나누어 백분율한 수치이다. 본 연구에서는 Kay사의 Nasometer(model 6,200-3, Kay elemetrics, Pine Brook, USA)를 사용하였다. 비음도의 측정은 구강모음, 구강자음 및 비음문형을 사용하였던 바 구강모음에 대해서는 지속모음을 3 초 이상 편안하게 발성하도록 하여 중간간의 안정된 부위를 선택하여 선택된 구간의 비음도의 평균값을 술 전, 술 후 측정하였으며 비음문형은 비강자음이 문형에서 차지하는 비율이 서로 다른 세 가지를 읽게 하여 문장 내에서의 비음도를 측정하였다. 다음은 비음도 측정을 위해 사용된 음성표본이다.

- 1) 구강 지속모음 : /아/, /에/, /이/, /오/, /우/
- 2) 구강자음 : /기/, /키/, /끼/, /직/, /칙/, /찍/
- 3) 비강자음 : /마마/, /나나/, /양양/
- 4) 비문형 :

No nasal passage(rabbit passage; NCR 0%): 거북이와 토끼가 달리기를 하지요. 토끼가 자기하고 달리기 시합하자고 크게 소리치자 거북이가 그러자고 했어요

Mild nasal passage(baby passage; NCR 11.7%): 아기가 엄마 품에 잠들어 있어요. 우리 아기 예쁜 아기 새근새근 잠자요.

High nasal passage(mamma passage; 34.7%): 엄마는 항상 레몬 쥬스를 만들어 이모랑 누나랑 나누어줍니다. 우리 엄마 좋은 엄마

### 3.3 통계분석

음향분석 및 공기역학적 분석에 의한 데이터는 수술 전, 수술 후 4 주 및 8 주째 평가하였고 각 데이터에 대한 평균 및 편차를 통계프로그램 microsoft excel 97을 사용하여 통계처리하였다. 유의성 검정은 paired t-test로 술 전과 술 후 4 주 및 8 주 값을 비교하였다.

## 4. 결 과

### 4.1 스펙트럼 분석

1) 구강모음분석에 대한 제 1 음형대 주파수의 변화는 /o/를 제외한 모음들에서 술 전에 비해 술 후 4 주째 감소하는 경향을 보였으나 /e/ 및 /a/음에서만 술 전 492 Hz 및 851 Hz에서 각각 술 후 451 Hz 및 798 Hz로 유의하게 감소하였다. 술 후 8 주째에도 /o/음을 제외하고는 감소하는 경향을 보였으나 /a/음에서만 술 후 760 Hz로 유의하게 감소하였다. 제 2 음형대 주파수는 술 전에 비해 술 후 4 주 및 8 주째 유의한 변화는 없었으나 /a/음에서만 술 전 851 Hz에서 술 후 8 주째 760 Hz로 유의하게 감소하였다. 제 3 음형대 주파수는 술 후 전체적으로 감소하는 경향을 보였으나 /a/음에서만 술 전 2,692 Hz에서 술 후 2,469 Hz로 유의하게 감소하였으며 술 후 8 주째에도 감소하는 경향을 보였으나 /e/ 및 /a/음에서만 각각

술 전 2,790 Hz 및 2,692 Hz에서 술 후 각각 2,661 Hz 및 2,540 Hz로 유의하게 감소하였다.

제 1 음형대에 대한 강도는 모든 모음에서 술 전 및 술 후 4 주 및 8 주째 유의한 변화가 없었으며 제 2 음형대 강도는 술 후 8 주째 약간 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 제 3 음형대 강도도 술 후 8 주째 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 각 음형대에 대한 bandwidth의 변화도 제 1 음형대에서는 /u/음에서 술 후 4 주 및 8 주째 각각 74 Hz 및 72 Hz로 유의하게 감소하였으나 그 외의 음에서는 유의하지 않았다. 제 2 음형대에 대한 bandwidth의 변화는 술 후 4 주째 및 8 주째 모든 음에서 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았고 /o/음에서만 술 후 8 주째에 77 Hz에서 102 Hz로 유의하게 증대하였다. 제 3 음형대에 대해서도 전체적으로 증가하는 경향이었지만 통계적으로 유의하지는 않았다.

2) 비강자음에 대한 제 1 비음형대 주파수는 술 전에 비해 술 후 전체적으로 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 제 2 비음형대 주파수도 술 전에 비해 술 후 모두 증대하는 경향을 보였으나 /mama/ 및 /anaŋ/에서만 술 후 4 주째 1,291 Hz 및 1,553 Hz로 유의하게 증가하였다. 그러나 제 3 비음형대 주파수는 유의한 차이 및 경향이 없었다. 각 비강자음의 비음형대 bandwidth 변화는 모든 음에서 술 후 일관된 경향이 없었다.

3) 구개파열음에 대한 음성발현시간의 변화는 연음, 기식음 및 경음에서 술 후 4 주째 모두 감소하는 경향을 보였으며 구개연음 /kik/에서 61 msec에서 54 msec로 유의하게 하였고 파열강도는 전체적으로 차이는 없었으나 구개경음 /k'ik/에서 60 dB에서 54 dB로 유의하게 감소하였다.

Table 1. Mean value of formant frequencies of oral vowel

		/i/	/e/	/u/	/o/	/a/
F1	Preop	303.5	492.5	328.2	384.5	851.1
	Postop 4wks	291.3	451.2	315.9	402.7	798.4
	P-value	0.17	0.053*	0.114	0.174	0.014*
	Postop 8wks	296.7	478.3	320.7	406.7	760.3
	P-value	0.212	0.234	0.321	0.107	0.009*
F2	Preop	2276.3	1964.5	835.7	756.2	1365.1
	Postop 4wks	2299.1	1924.1	816.0	766.1	1376.4
	P-value	0.292	0.518	0.301	0.371	0.338
	Postop 8wks	2216.5	2012.4	840.2	755.2	1313.1
	P-value	0.106	0.133	0.435	0.485	0.040*
F3	Preop	3192.8	2790.1	2509.8	2553.1	2692.5
	Postop 4wks	3168.3	2710.3	2472.0	2462.2	2469.7
	P-value	0.357	0.076	0.233	0.062	0.019*
	Postop 8wks	3073.2	2661.5	2469.3	2486.1	2540.4
	P-value	0.041*	0.043*	0.231	0.202	0.013*

Table 2. Value of formant frequencies and bandwidth of nasal consonants

		/mama/		/nana/		/aŋaŋ/		
		FN	band	FN	band	FN	band	
F1	Preop	260.68	69.87	286.92	85.10	296.78	116.74	
	Postop 4wks	277.03	74.02	302.53	82.97	356.10	142.95	
		P-value	0.104	0.405	0.084	0.389	0.074	0.152
	Postop 8wks	269.66	68.83	288.16	89.35	322.80	140.21	
		P-value	0.297	0.443	0.475	0.296	0.17	0.201
F2	Preop	1223.84	236.19	1415.22	159.84	1117.78	231.37	
	Postop 4wks	1291.15	171.93	1451.83	159.40	1553.08	271.22	
		P-value	0.042*	0.140	0.117	0.494	0.051*	0.181
	Postop 8wks	1202.60	277.40	1452.30	219.90	1231.70	269.90	
		P-value	0.340	0.421	0.373	0.061	0.241	0.158
F3	Preop	2355.70	182.50	2385.30	184.87	2413.30	180.56	
	Postop 4wks	2267.63	207.97	2338.08	166.01	2425.90	244.40	
		P-value	0.160	0.185	0.254	0.186	0.455	0.061
	Postop 8wks	2301.8	186.8	2444.7	173.9	2448.7	198.4	
		P-value	0.218	0.451	0.303	0.318	0.443	0.154

Table 3. Value of sound intensity of oral vowels

dB		/i/	/e/	/u/	/o/	/a/	
F1	Preop	60.16	60.29	59.18	60.07	56.32	
	Postop 4wks	59.37	59.13	60.08	59.69	54.33	
		P-value	0.248	0.303	0.124	0.391	0.258
	Postop 8wks	60.26	58.53	58.71	59.88	54.95	
		P-value	0.468	0.207	0.324	0.442	0.310
F2	Preop	37.08	43.37	45.96	52.15	49.97	
	Postop 4wks	34.87	40.48	45.35	49.24	47.20	
		P-value	0.277	0.206	0.382	0.137	0.216
	Postop 8wks	46.30	49.61	51.79	53.48	50.10	
		P-value	0.119	0.052	0.057	0.363	0.486
F3	Preop	37.55	39.10	15.89	19.70	31.53	
	Postop 4wks	33.18	35.90	15.61	17.65	31.56	
		P-value	0.087	0.017*	0.467	0.245	0.493
	Postop 8wks	47.65	47.40	34.95	35.87	40.10	
		P-value	0.092	0.062	0.083	0.120	0.107

Table 4. Value of bandwidth of oral vowels

Bandwidth		/i/	/e/	/u/	/o/	/a/
F1	Preop	53.05	115.80	81.72	90.76	140.18
	Postop 4wks	56.89	119.51	74.14	90.15	149.64
	P-value	0.224	0.392	0.042*	0.475	0.351
	Postop 8wks	63.21	141.11	72.18	83.34	159.55
	P-value	0.142	0.105	0.013*	0.255	0.289
F2	Preop	138.28	173.15	109.63	77.09	100.58
	Postop 4wks	166.83	244.61	127.82	108.64	126.86
	P-value	0.203	0.085	0.203	0.069	0.130
	Postop 8wks	172.83	169.92	142.49	102.93	121.36
	P-value	0.164	0.424	0.080	0.030*	0.125
F3	Preop	145.81	136.31	236.28	160.45	148.77
	Postop 4wks	153.37	151.01	225.23	221.70	152.50
	P-value	0.381	0.235	0.427	0.064	0.426
	Postop 8wks	160.74	134.81	280.11	210.36	187.91
	P-value	0.245	0.466	0.287	0.086	0.110

Table 5. Value of voice onset time and sound intensity of oral consonants

		/kik/		/khik/		/k'ik/	
		VOT	dB	VOT	dB	VOT	dB
Preop	mean	61.30	51.74	75.85	55.49	22.21	60.87
	S/D	15.015	6.140	14.157	3.765	2.919	3.185
Postop 4wks	mean	54.15	50.10	71.82	55.80	21.25	55.22
	S/D	12.395	3.374	16.057	2.368	5.295	3.646
	P-value	0.018*	0.268	0.150	0.443	0.257	0.004*
Postop 8wks	mean	54.17	50.98	81.58	55.36	22.61	60.70
	S/D	8.721	1.923	11.170	2.449	5.439	8.112
	P-value	0.125	0.381	0.178	0.471	0.409	0.479

S/D : standard deviation, (\*P<0.05)

#### 4.2 비음도 분석

1) 구강모음에 대한 비음도의 변화는 모든 모음에서 술 후 4 주째 증가하는 경향이였으며 모음 /u/에서 술 전 6.65에서 술 후 13.42로 유의하게 증가하였다. 술 후 8 주째는 12.82로서 유의하게 증가하였다. 모음 /i/에서는 술 전 22.65에서 4 주째 33.35로 증가하였고 8 주째는 25.83으로 통계적으로는 유의하지 않았으나 임상적 유의성을 나타내었고 /e/음에서도 술 전 8.05에서 술 후 4 주 및 8 주째 각각 13.5 및 15.4로 임상적 유의성을 나타내었고 /a/음에서는 술 전 13.4에서 술 후 4 주 및 8 주째 각각 20.0 및 20.2로 증가하였으며 /o/음에서도 술 전 5.0에서 술 후 4 주 및 8주째 각각 8.2 및 9.8로 임상적 유의성을 나타내었다.

2) 구개과열음 및 과찰음에 대한 비음도의 변화는 술 전에 비해 술 후 4 주 및 8 주째 모두 통계적으로 유의한 변화가 없었다.

3) 비강자음에 대한 비음도의 변화는 양순 비강자음에서 술 전 41.1%에서 술 후 47.5%로 통계적으로 유의한 증가가 있었으며 술 후 8 주째는 45.1%로 4 주째의 47.5%에 비해 약간 감소하였으나 술 전에 비해 통계적으로 유의하지는 않았지만 증가한 수치를 보였다. 치조 비강자음에서는 술 전 44.4%에서 술 후 4 주째 48%로 증가하였고 술 후 8 주째 46.8%로 4 주째 보다는 감소하였으나 술 전에 비해 증가된 수치를 나타내었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 구개 비강자음에서는 술 전 69%에서 술 후 4 주 및 8 주째 각각 70.7 및 70.2로 약간 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다.

4) 비문형 : 비음이 없는 문장을 이용한 비음도의 측정에서는 술 후 4 주째 12.8%로 술 전의 10.3%에 비해 유의하게 비음도가 증가하였으나 술 후 8 주째는 9.93으로 술 전과 차이가 없었다. 중등도의 비음문형에서는 술 전 38.2%로 술 후 4 주째 40.4%로 유의하게 증가하였고 술 후 8 주째도 41.3%로 유의하게 증가하였다. 고도의 비음문형에서는 술 전 53.5%에서 술 후 4 주째 54.7%로 유의한 차이가 없었으며 술 후 8 주째 54.9%로 술 전에 비해 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

Table 6. Value of nasalance of oral vowels and oral consonants

	/i/	/e/	/u/	/o/	/a/	
Preop	22.65	8.06	6.65	5.08	13.44	
Postop 4wks	33.35	13.52	13.42	8.25	20.05	
P-value	0.084	0.159	0.052*	0.121	0.073	
Postop 8wks	25.83	15.43	12.82	9.85	20.26	
P-value	0.075	0.209	0.048*	0.168	0.075	
	/kik/	/k <sup>h</sup> ik/	/k'ik/	/cit/	/c <sup>h</sup> it/	/c'it/
Preop	17.35	15.47	17.56	15.07	16.71	15.61
Postop 4wks	18.00	16.37	19.47	15.24	13.46	14.32
P-value	0.385	0.302	0.218	0.438	0.121	0.301
Postop 8wks	15.33	16.95	20.90	11.66	14.81	13.81
P-value	0.184	0.324	0.244	0.071	0.347	0.236

Table 7. Value of nasalance of nasal consonants and nasal passages

Nasal consonants	/mama/	/nana/	/aŋaŋ/
Preop	41.19	44.41	69.07
Postop 4wks	47.51	48.08	70.75
P-value	0.025*	0.108	0.184
Postop 8wks	45.11	46.88	70.28
P-value	0.123	0.263	0.328

Nasal sentence	no	mild	high
Preop	10.33	38.24	53.56
Postop 4wks	12.84	40.48	54.75
P-value	0.017*	0.138	0.253
Postop 8wks	9.93	41.30	54.98
P-value	0.376	0.011*	0.215

## 5. 고 안

구개편도가 있는 인강은 옆벽과 뒷벽은 근육으로 둘러싸여 근육의 수축에 의하여 인강의 모양이나 부피가 변화 시에 공명에 영향을 주기 때문에 편도제거는 모음의 음색에 영향을 줄 수 있다.<sup>16)</sup> 또한 구개편도는 중인두구의 양측벽에서 전 후구개궁에 의해 둘러 싸여 있으며 전구개궁은 구개 설근으로 이루어져 설근부에 부착되어 혀를 올리거나 고정시킴으로써 공명강을 변화시켜 음색을 조절하며 후구개궁은 구개인두근으로 구성되어 연구개를 하방으로 끌어당기는 동시에 중인두를 구강으로 부터 단절시키는 작용이 있다. 그러므로 편도 적출시 중인강의 중요 구조물 중 편도가 제거되고 또한 전 후개궁의 손상으로 인강의 공명 효과에 영향을 줄 수 있음을 예상할 수 있다. 또한 구개성형술로 인해 연구개의 길이가 단축되며, 구개수의 형태가 변화하거나 그 길이가 짧아지게 되고 연구개를 중심으로 한 구인두 부위의 용적이 증가하는 등의 변화가 필연적이다.<sup>17)-20)</sup>

이제까지 구개인두성형술 후의 음향분석은 대부분 구강음에 대한 분석이다. 구강음에 대한 음향학적인 변화에 대한 연구는 주로 기저주파수, 비음도, 기본모음의 음형대특성 등을 중심으로 이루어져 왔다. 구강모음에 대한 음향학적 특성을 규명하는데 필요한 변수들로 음형대 주파수, 음형대 강도, 음형대에 대한 bandwidth, 모음지속시간 등이 있을 수 있으며 특히 모음의 인지(vowel perception)에 가장 중요한 요소로 음형대 특성이 모음의 특성을 결정짓는 요소이다.<sup>9),21)</sup> 일반적으로 제 1 음형대는 인강의 공명에 의해 생성되는 공명음으로 주파수대는 혀의 높낮이 또는 턱의 열린 정도와 반비례하며 제 2 음형대는 구강에 의해 생성되는 공명음으로 혀의 전후 위치와 관계가 있어서, 혀가 앞쪽으로 위치할수록 주파수가 증가한다. 제 3 음형대는 혀끝의 움직임, 입술모양과 관련이 있을 수 있으며 이상와 등의 성문 상부 공간에 의해서도 생성된다고 한다. 본 연구에서 시행한 구개인두성형술은 모든 예에서 편도적출술을 시행하였다.

본 연구의 결과 구강음에 대한 변화는 제 1 음형대 주파수는 /o/를 제외한 모음들에서 술전에 비해 술 후 4 주째 감소하는 경향을 보였으나 /e/ 및 /a/음에서만 술 후 유의하게 감소하였다. 술 후 8 주째에도 /o/음을 제외하고는 감소하는 경향을 보였으나 /a/음에서만 술 후 유의하게 감소하였다. 제 2 음형대 주파수는 술 전에 비해 술 후 4 주 및 8 주째 유의한 변화는 없었으나 /a/음에서만 유의하게 감소하였고 제 3 음형대 주파수는 술 후 전체적으로 감소하는 경향을 보였으나 /a/음에서만 술 후 유의하게 감소하였으며 술 후 8 주째에도 감소하는 경향을 보였으나 /e/ 및 /a/음에서만 술 후 유의하게 감소하였다. 즉 술 후 4 주 혹은 8

주제 모음 /a/와 /e/의 음형대 변화에서 제 1 음형대 주파수가 감소한 것은 편도 제거에 의한 인강의 면적이 증가하기 때문으로 생각된다. 고설 모음인 /i/에서 비교적 조음되는 부위의 면적 변화가 클 것으로 예상할 수 있었으나 본 연구에서는 의미있게 감소하지 않았다. 그러나 홍 등이<sup>25)</sup> 편도제거술 후 4 주의 결과에서 /i/음의 제 1 음형대 주파수가 유의있게 감소한다고 보고하였다. 제 2 음형대 주파수의 변화는 본 연구에서는 /a/음에서 술 후 8 주째 유의있게 감소한 것을 제외하고는 특이한 변화가 없었다. 제 2 음형대는 혀의 전후 위치와 관계가 있어 혀가 앞으로 위치할수록 주파수가 증가한다는 점을 고려한다면 구개인두성형술에서는 유의한 변화를 예상할 수 없을 것이다. 그러나 Murry 등의 보고에서는<sup>15)</sup> 제 2 음형대 주파수가 모든 경우의 모음에서 감소한다고 보고하였으며 /u/음의 제 2 음형대 주파수가 낮아짐을 보고하였다. 한편 Coleman 등은<sup>9)</sup> 기본모음의 제 1 및 2 음형대 주파수에 의미있는 변화가 없었다고 보고한 바 있다. 구개인두성형술 후 연구개와 혀의 부분적 협착이 초래될 수 있다. 따라서 /i/ 혹은 /u/음 등이 가장 예민한 변화를 일으킬 수 있음을 예측할 수 있으나 본 연구에서는 주로 /a/음에서 예민한 변화를 초래하였다. 제 3 음형대는 혀끝의 움직임 및 입술모양과 관련이 있을 수 있으며 특히 성문 상부 공간의 공명에 의해 나타나는 singers formant의 형성과 관계가 있다. 본 연구에서 /a/음에 대해 술후 4 주 및 8 주째 제 3 음형대 주파수가 유의있게 감소하였으며 /e/음에서도 술후 8 주째 유의있게 감소하였다. Hori 등은<sup>22)</sup> 편도적출술 후 1 개월째 검사에서 제 1, 2, 4 음형대보다는 제 3 음형대가 /o/음에서 유의하게 감소되었으며, 편도의 크기가 클수록 이러한 변화가 지속적임을 관찰하여 인두용적의 변화정도가 제 3 음형대 주파수의 변화와 관계가 있다고 하였지만 Pollo 등은<sup>8)</sup> 구개인두성형술 후 실제적인 인두용적의 변화가 없으며, 수술 후의 효과는 인두근에 의한 역동적인 폐쇄가 사라지기 때문이라고 주장하는 등 수술 후의 인두구조의 해부학적 변화에 대하여는 논란의 여지가 있는 실정이다. 그러므로 제 3 음형대를 비롯한 음형대의 변화는 성악가 등 singers formant의 역할이 중요한 전문적인 음성 사용자에게는 매우 중요한 변화일 수 있다.

각 음형대에 대한 bandwidth의 변화는 음의 명료도와 밀접한 관계가 있다. Bandwidth의 주파수대가 적을수록 음의 명료도가 높아지는 것이다. 즉 구강 및 인강의 여유조직들이 없어짐으로써 혀의 움직임이 보다 자유로워져 음의 명료도가 증대한다고 예상할 수 있겠다. 본 연구에서는 제 1 음형대에서는 /u/음에서 술 후 4 주 및 8 주째 유의하게 감소하였으나 그 외의 음에서는 유의하지 않았다. 제 2 음형대에 대한 bandwidth의 변화는 술 후 4 주째 및 8 주째 모든 음에서 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았고 /o/음에서만 술 후 유의하게 증대하였다. 제 3 음형대에 대해서도 전체적으로 증가하는 경향이었지만 통계적으로 유의하지는 않았다.

각 음형대에 대한 강도는 발성시 성문하부의 압력과 직접적인 연관이 있다. 성문하압이 증가된 상태에서 발성시에는 전체적인 음의 강도가 높아지면서 각 음형대의 강도도 많아지게 된다. 구개인두성형술은 성대 및 성문하압과는 관계없는 수술로서 본 연구에서는 제 1 음형대에 대한 강도는 모든 모음에서 술 전 및 술 후 4 주 및 8 주째 유의한 변화가 없었으며 제 2 음형대 강도는 술 후 8 주째 약간 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 제 3 음형대 강도도 술 후 8 주째 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지 않아 전체적으로 술 전, 후 각 음형대에 대한 강도에 변화가 없었다.

구강 폐쇄자음은 성대의 진동여부에 따라 무성음과 유성음으로 나뉘며 특히 외국어에서는 주로 이러한 이중대립체계를 갖는다.<sup>23)-24)</sup> 그러나 한국어의 폐쇄자음은 유성음/무성음의 이중대립체계가 아닌 한 범주 내에서 서로 다른 세 개의 무성자음이 대립하는 삼중대립체계를 가지고 있다.<sup>25)</sup> 따라서 조음방법에 따라 연음, 경음 및 기식음으로 구분하고 조음장소에 따라 양순음, 치조음 및 연구개음 등으로 구분할 수 있다. 각 자음에 대한 음성발현시간이란 음의 파열 후 성대진동이 시작되기 직전까지의 시간으로 성대의 열림 정도에 따라 달라진다. 그러므로 후두내시경에 의한 성대의 열림 정도를 측정하는 일은 매우 중요하다. 한국어 자음에 대한 후두내시경적 연구는 Kagaya에 의하면<sup>26)</sup> 기식음에서는 성문이 가장 많이 열린 상태에서 기식음이 파열한다 하였으며 연음에서는 성대의 열림 정도가 기식음에 비해 훨씬 적었으며 경음에서는 거의 파열연결의 성대돌기가 닫힌 상태에서 음이 파열하는 것을 발견하였다. 중성 자음에 대한 소견에서도 그는 중성연음에서는 모두 유성화되기 때문에 성대의 열림을 볼 수 없었다. 흥 등에 의한<sup>27)</sup> 전복 지역어에 대한 연구에서도 전체적인 현상은 같지만 차이점은 초성연음이 파열할 때 성대의 열림이 초성기식음보다는 적지만 현저히 열린 상태에서 음이 파열한다는 사실을 발표하였다. 그러므로 성대에 직접적인 병변이나 술식이 아닌 경우에는 파열음에 대한 음성발현시간의 변화는 이론적으로 예측하기 힘들다. 본 연구에서는 구개파열음에 대한 음성발현시간의 변화는 연음, 기식음 및 경음에서 술 후 4 주째 모두 감소하는 경향을 보였으나 수술에 따른 발화 기능의 일시적인 저하로 예상할 수 있겠다.

비강음이란 목젓이 아래로 내려와 숨결의 일부 혹은 전부가 비강을 통해 나오는 음을 말한다. 비강음(nasal sound)은 스펙트럼 분석에 의하면 구강 및 인강의 모양과 형태에 따라 일정한 주파수대에서의 음성에너지의 증대를 의미하는 비음형대(nasal formant)가 존재한다. 비음도(nasality)란 정상적인 비강음과는 달리 성도의 공명기관 중 특히 비강과 구강에 연관된 공명장에 시에 나타나는 비강음 즉, 일종의 음성질환을 객관적으로 나타내는 하나의 척도로서 이용되는 청각적인 용어로서 비강음의 이상은 구개, 비인강, 비강 등에 해부학적인 또는 기능적인 이상이 있는 경우 나타나게 되며, 상기도 감염에 의한 비강점막의 충혈에 의해서는 저비강음을, 구개파열에 의해서는 고비강음을 초래하고 다발성 비염 등으로 인한 비폐색 환자에서는 저비강음을 호소한다고 알려져 있다. 저비강공명(hyponasality)이란 /m/, /n/, /ŋ/ 등 비강자음의 비강공명이 정상보다 감소된 상태로 대개 다양한 원인에 의한 상기도의 폐색에 기인하며 따라서 저비강공명은 비강의 폐색정도를 반영할 수 있다. 이러한 질환은 정상적인 비강음의 발생에 영향을 주어 청각적으로 감소된 비음도를 나타내며, 감소된 비강의 공명관에 의해 비강음에 대한 비음형대에도 영향이 나타난다.

비음도(nasality)란 정상적인 비강음과는 달리 성도의 공명기관 중 특히 비강과 구강에 연관된 공명장에 시에 나타나는 비강음의 정도를 의미한다. 비음도를 객관적으로 측정할 수 있는 음향학적 요소로서 nasalance가 있는데 이는 발생된 음성의 구강음과 비강음의 음성에너지 함으로 비강 음성에너지를 나누어 백분율한 수치로서 음성이 전부 구강을 통해 나오면 nasalance는 0%이며 전부 비강을 통해 나오면 nasalance는 100%이다. 본 연구에서 구개인두 성형술 후의 구강모음에 대한 비음도의 변화는 모든 모음에서 술 후 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 모음 /u/와 모음 /i/에서 유의하게 증가하였다. 예상되는 기전으로는 편도적

출 및 구개인두의 일부 제거에 의해 인강 및 비인강의 면적 증대와 전근개궁의 손상에 의해 설근부의 움직임이 둔해지고 후구개궁이 연구개를 하방으로 끌어당기는 기능이 감소됨으로써 비음이 의미 있게 증가되지만 술 후 8 주째는 수술 부위의 점막이 회복되어 부드러워지고 술 후 증가된 공간도 유착 및 연부조직으로 보상되기 때문에 수술전과 유사한 수준의 비강음을 회복하는 것으로 생각되며 Andreasson 등의<sup>28)</sup> 술 후 1~3 개월에 비음도가 안정을 보인다고 보고한 것과 일치한다. 이 등의<sup>29)</sup> 보고에 의하면 여러 가지 모음을 발음할 때 구개인두폐쇄를 방사선학적으로 관찰하면 저설모음인 /아/를 발음할 때보다 고설모음인 /이/를 발음하는 경우에 더욱 더 완벽하게 닫힌다고 한다. 공기역학적 연구에서도 구개인두구(velopharyngeal orifice) 부위가 작을수록 /아/보다 /이/보다 비강 내 기류의 양이 더 작으며 /아/보다 /아/에서 낮은 nasalance를 보이는 것은 혀가 후하방으로 위치하고 있어 /아/ 발음시에 상대적으로 커다란 공명강을 형성하기 때문인 것으로 보인다. 술 후 저설모음 /아/와 고설모음 /이/의 음형태 변화에서 제 1 음형태에서 감소하는 경향을 보이는 것은 편도 제거시 인강의 면적이 증가하기 때문으로 생각된다. 고설모음인 /이/에서 비교적 조음되는 부위의 면적 변화가 클 것으로 생각되나 홍등이 수술 후 4 주의 결과를 보고한 바와 달리 고설모음 /이/에서 제 1 음형태의 의미있는 감소가 나타나지 않는 것은 본 연구에서는 술 후 8 주에 측정하였기 때문으로 생각된다.

비강음을 sound spectrogram을 이용하여 분석하면 구강 및 인강의 모양과 형태에 따라 일정한 주파수대에서의 음성 에너지의 특징적인 증대를 의미하는 비음형태(nasal formant)가 존재한다. 본 연구에서는 비강자음에 대한 비음도의 변화는 양순 비강자음에서 술 후 4 주째 통계적으로 유의한 증가가 있었으며 술 후 8 주째는 통계적으로 유의하지는 않았지만 증가한 수치를 보였다. 치조 비강자음에서도 술 후 4 주째 증가하였고, 술 후 8 주째는 4 주째보다는 감소하였으나 술 전에 비해 증가된 수치를 나타내었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 구개 비강자음에서는 술 후 약간 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 비강자음에 대한 제 1 비음형태 주파수는 술 전에 비해 술 후 전체적으로 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았고 제 2 비음형태 주파수도 술 전에 비해 술 후 모두 증대하는 경향을 보였으나 /mama/ 및 /aŋaŋ/에서만 술 후 4 주째 유의하게 증가하였다. 그러나 제 3 비음형태 주파수는 유의한 차이 및 경향이 없었다. 각 비강자음의 비음형태 bandwidth 변화는 모든 음에서 술 후 일관된 경향이 없었다. 즉 구개인두성형술 후 양순 비강음에서 술 후 4 주째 제 2 비음형태가 증가한 것을 제외하면 비음형태의 특별한 변화를 관찰할 수 없었다.

한국인에서 비음도를 측정하기 위한 비음도문장으로 Hong 등이<sup>30)</sup> 고안하여 발표한 음성 자료를 사용하고 있다. 이들 각각의 비음도 문장에 대한 정상인의 nasalance에 대해서는 15 명의 정상성인을 대상으로 한 보고에서 우리말 토끼문장, 아기문장, 엄마문장에서 각각 17.4 3.85, 32.6 6.15, 그리고 54.7 5.8%라고 보고하였고, 윤 등은<sup>31)</sup> 27 세에서 33 세까지의 정상성인 10 명을 대상으로 10.8 4.3% 28.5 4.0%, 그리고 46.6 5.4%로 보고하였다. 본 연구에서는 비음이 없는 문장을 이용한 비음도의 측정에서는 술 후 유의하게 비음도가 증가하였으나 술 후에는 술 전과 차이가 없었다. 중등도의 비음문형에서는 술 후 4 주째 및 8 주째 유의하게 증가하였다. 고도의 비음문장에서는 술 후 증가하였다.

## 6. 결 론

구개인두성형술 후 구개인두 기능평가를 위해 비강음 및 구강음에 대한 음향학적 분석을 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 구강모음에 대한 음형대 주파수는 제 1 음형대주파수는 /o/를 제외한 모음들에서 술 후 감소하는 경향을 보였으며 제 2 음형대 주파수는 /a/을 제외하고 술 후 유의한 변화는 없었다. 제 3 음형대 주파수는 술 후 전체적으로 감소하는 경향을 보였으나 /a/음에서만 술 후 유의하게 감소하였다. 각 음형대들에 대한 강도는 모든 모음에서 유의한 변화가 없었다. 각 음형대에 대한 bandwidth의 변화도 제 1 및 제 2 음형대에서 유의하게 감소한 경우도 있었으나 대부분 변화가 없었다.

2) 비강자음에 대한 제 1 비음형대 주파수는 술 전에 비해 술 후 전체적으로 증가하는 경향을 보였으며 제 2 비음형대 주파수도 술 후 증대하는 경향을 보였다. 제 3 비음형대 주파수는 유의한 차이 및 경향이 없었으며 각 비강자음의 비음형대 bandwidth 변화는 모든 음에서 술 후 일관된 경향이 없었다.

3) 구개파열음에 대한 음성발현시간의 변화는 연음, 기식음 및 경음에서 술 후 감소하는 경향을 보였으며 파열강도는 전체적으로 차이는 없었다.

4) 구강모음의 비음도는 모든 모음에서 술 후 4 주 및 8 주째 증가하거나 증가하는 경향이 있었으며 구개파열음 및 파찰음에 대한 비음도의 변화는 술 후 통계적으로 유의한 변화가 없었다.

5) 비강자음에 대한 비음도의 변화는 양순 및 치조 비강자음에서 술 후 4 주째 통계적으로 유의한 증가가 있었으며 술 후 8 주째는 통계적으로 유의하지는 않았다. 구개 비강자음에서는 술 후 약간 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다.

6) 비문형 : 비음이 없는 문장을 이용한 비음도의 측정에서는 술 후 4 주째 유의하게 비음도가 증가하였으나 술 후 8 주째는 술 전과 차이가 없었다. 중등도의 비음문형에서는 술 후 4 주째 유의하게 증가하였고 술 후 8 주째에도 유의하게 증가하였다. 고도의 비음문형에서는 통계적으로 유의하지는 않았다.

## 참 고 문 헌

- [1] Curtis JF : The acoustics of nasalized speech. Cleft Palate J 1970;7: 380-96.
- [2] Fletcher SG : Theory and instrumentation for quantitative measurement of nasality. Cleft Palate J 1970;7:601-9.
- [3] Fujimura O : Analysis of nasal consonants. J Acoust Soc Am 1962;34: 1865-75.
- [4] Ikematsu T : Study of snoring - 4th report: therapy. J Jp Otorhinolaryngol 964;64:434.
- [5] Fujita S, Conway W, Zorick F, Roth T. Surgical correction of anatomic abnormalities in obstructive sleep apnea syndrome Uvulopalatopharyngoplasty. Otolaryngol, Head and Neck Surg 1981;89:923-34.
- [6] Riley R, Powell N, guileminault C. Current surgical concepts for treating obstructive sleep apnea syndrome, J Oral Maxillofacial Surg 1987;45:149-57.

- [7] Zonhar Y, Finkelstein Y, Talmi Y. Surgical concepts in uvulopalato-pharyngoplasty. Complications and sequelae. In: Chourard CH, ed. Chronic rhonchopathy. John Libbey Eurotext, 1988;363-7.
- [8] Pole M, Postma D, Pillsbury H, Prince M, Boehlecke B. Obstructive sleep apnea: Recognition, evaluation, and treatment. *North Carolina Med J* 1986;47:468-71.
- [9] Coleman R, Sly D. Vocal quality and uvulopalatopharyngoplasty (UPPP). Presented before the American Speech Language and Hearing Association, Detroit, 1986.
- [10] Katsantonis G, Walsh J, Schweitzer P, Friedman W. Further evaluation of uvulopalatopharyngoplasty in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;93:244-50.
- [11] Gislason T, Lindholm C, Almqvist M, Birring E, Boman G, Eriksson G, et al. Uvulopalatopharyngoplasty in the sleep apnea syndrome. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1988; 114:45-51.
- [12] Powell NB. Speech changes following uvulopalatopharyngoplasty: complication or acceptable results? *Chest*. 1990;97:5-6.
- [13] Salas-Provence M, Kuehn D. speech status following uvulopalatopharyngoplasty. *Chest*. 1990;97:111-7.
- [14] Monson P, Fox A. Preliminary observation of speech disorder in obstructive and mixed sleep apnea. *Chest* 1987;92:670-5.
- [15] Murry T, Bone R. Acoustic characteristics of speech following uvulopalatopharyngoplasty. *Laryngoscope*. 1989;99:1217-1219
- [16] Yohji H, Yasuo K, Ghen O, Shin-ya O, Kohji A. Effects of tonsillectomy on articulation. *Acta Otolaryngol* 1987;523:248-51.
- [17] Haruhito S, Hirose H. Acoustic changes in voice after tonsillectomy. *Acta Otolaryngol*. 1996;523:239-41.
- [18] Kummer AW, Myer CM III, Smith ME, Shott SR. Changes in nasal resonance secondary to adenotonsillectomy. *Am J Otolaryngol* 1993;14:285-90.
- [19] Williams RG, Rreece M, Rhys R, Eccles R. The effect of adenoid and tonsil surgery on nasalance. *Clin Otolaryngol* 1992;17:136-40.
- [20] Hong KH, Kim YJ, Kim TK. An effect of tonsillectomy on formant and nasality. *Korean J Otolaryngol* 1994;37:534-51.
- [21] Blakely B, Maisel R, Mahowald M, Ettinger M. Sleep parameters after surgery for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986;95:23-7.
- [22] Hori Y, Koike Y, Ohtma G, Otsu SY, Abe K. Effects of tonsillectomy on articulation. *Acta Otolaryngol* 1996;523:248-51(Suppl).
- [23] Abramson AS, Lisker L: Voice timing in Korean stops. *Proceedings of the Seventh International Congress of Phonetic Science, Montreal, The Hague*. Mouton. 1971;439-46.
- [24] Dart SN. An aerodynamic study of Korean stop consonants: Measurements and modeling. *J Acoust Soc Am* 1987;81:138-47.
- [25] Hong KH, Chon DS, Kim MJ, Jung KY, Kim YK. Laryngeal adjustment for the Korean stops, affricates and fricatives. *Korean J Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;34:1008-17.
- [26] Kagaya R: A Fiberscopic and Acoustic Study of the Korean Stops, Affricates and Fricates. *J Phonetics* 1974;2:161-80.
- [27] Hong KH, Chon DS, Kim YJ, Jung KY. Laryngeal adjustments for Korean stops.

- Korean J Otolarygol Head Neck Surg 1992;35:770-82.
- [28] Andreasson ML, Smith BE, Guyette TW. Pressure-flow measurements for selected oral and nasal sound segments produced by normal adults. Cleft palate Craniofac J 1992;29:1-9.
- [29] Lee JH, Koo GJ, Koo HE, et al. An acoustic and radiologic study on voice change after tonsillectomy and adenotonsillectomy. Korean J Otolarygol Head Neck Surg 1999;42:762-9.
- [30] Hong KH. Aerodynamic and nasometric evaluation using Aerophone II and Nasometer. Korean J Logopedics Phoniatics. 1995;6:165-80.
- [31] Yun JB, Sung MW, Chung WH, Kim KH. Nasometric and acoustic analysis in experimentally induced velopharyngeal insufficiency in human. J Korean LogoPhon 1997; 8:210-216.

접수일자: 2001. 4. 25

게재결정: 2001. 6. 7.

▲ 홍기환

전북 전주시 금암동 산 2-20(우편번호: 560-182)

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-63-250-1980, Fax: +82-63-250-1986

E-mail: khhong@moak.chonbuk.ac.kr

▲ 김성완

전북 전주시 금암동 산 2-20(우편번호: 560-182)

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-63-250-1980, Fax: +82-63-250-1986

▲ 윤희완

전북 전주시 금암동 산 2-20(우편번호: 560-182)

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-63-250-1980, Fax: +82-63-250-1986

▲ 조윤성

전북 전주시 금암동 산 2-20(우편번호: 560-182)

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-63-250-1980, Fax: +82-63-250-1986

▲ 문승현

전북 전주시 금암동 산 2-20(우편번호: 560-182)

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-63-250-1980, Fax: +82-63-250-1986

▲ 이상현

전북 전주시 금암동 산 2-20(우편번호: 560-182)

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-63-250-1980, Fax: +82-63-250-1986