

## 편도절제술이 구강 및 비강 음향스펙트럼에 미치는 영향

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

최동일 · 공일승 · 이은정 · 소상수 · 양윤수 · 홍기환

= Abstract =

### Effects of Tonsillectomy on Oral and Nasal Spectral Outputs for Sustained Vowel

Dong Il Choi, MD, Il Seung Kong, MD, Eun Jung Lee, MD,  
Sang Soo So, MD, Yoon Soo Yang, MD and Ki Hwan Hong, MD

Department of Otolaryngology-HNS, Medical School, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

**Background and Objectives** : It has been suggested that tonsillectomy possibly causes changes of voice because the morphology of the vocal tract is altered. This may cause serious problems for professional voice users.

**Materials and Method** : Subjects were 26 patients. The oral and nasal sound spectrum of oral vowel /a/, /e/ and /i/ were measured before and after tonsillectomy. The formant frequencies and intensities for oral and nasal spectra were compared. The nasality and fundamental frequencies for oral vowel were measured.

**Results** : The first formant frequencies for oral spectra of all vowels were not changed after surgery, but the second formant frequencies were increased significantly after surgery in the vowel /e/ and /i/. The first and second formant intensities for oral spectra were increased significantly after surgery in the all vowels. The first and second formant frequencies for nasal spectra of all vowels were not changed after surgery, but their intensities for nasal spectra were increased after surgery. The nasalities for oral vowel were not changed after surgery.

**Conclusion** : Tonsillectomy appeared to change the spectral features of oral and nasal components of oral vowel, especially spectral intensities.

**KEY WORDS** : Tonsillectomy · Spectral analysis.

## 서 론

편도절제술은 비대된 편도의 제거에 의해 구인강의 확장으로 공명강의 변화를 초래할 수 있다. 또한 수술 부위 특히 구개인두의 반흔성 수축에 의해 비인강이 구인강으로부터 차단이 안되어 개방성 비음을 초래할 수도 있다.<sup>1)</sup> 정도의 차이는 있지만 수술 후 음성의 변화를 호소하는 경우가 있으므로 특히 전문적인 음성사용자나 성악가에서 술 전 설명 및 주의를 요한다. 편도절제술 후 음성의 변화에는 구강음과 비강음에 대한 변화가 포함되어 있는데 이러한 현상을 객관적으로 측정하는 방법에는 컴퓨터를 이용한 비

음도와 구강음 및 비강음에 대한 음향 스펙트럼의 변화를 측정하는 것이다.<sup>2)</sup>

편도절제술이 구강음에 어떠한 변화를 주는가에 대한 이 제까지의 보고는 매우 다양하며 크게 음역에 대한 변화, 구강음에 대한 음형대의 변화 및 비음도의 변화 등이 보고되었다.<sup>3-7)</sup> 특히 김 등<sup>3)</sup>에 의하면 조사대상 41례에 대하여 술후 2주만에 측정한 결과로써 고음이 확장되고 고음이 축소된 1례를 제외하고는 대부분이 1도 내지 2도의 음역 확장이 있었다고 보고하였다. 음형대의 변화에 대해서는 홍 등<sup>1)</sup>의 보고에 의하면 모음 ‘아’에서는 술 후 변화가 없었지만 모음 ‘이’에서 제 1 음형대 주파수가 감소하였다고 보고하였고 이 등<sup>4)</sup>은 모음 ‘에’에서 제 2 음형대 주파수가 증가하였고 모음 ‘이’는 제 3 음형대 주파수가 증가하였고 모음 ‘우’는 제 1 음형대 주파수가 감소하였다고 보고하였다. 또한 Haruhito 등<sup>7)</sup>도 술 후 약 2주만에 음형대 변화가 있었지만 4주 후에는 음형대 변화에 대한 일정한 변화가 나타나지 않았다고 보고하는 등 다양한 보

논문접수일 : 2007년 4월 20일

심사완료일 : 2007년 5월 21일

책임저자 : 홍기환, 561-712 전북 전주시 덕진구 금암동 634-18  
전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

전화 : (065) 250-1990 · 전송 : (065) 250-1986

E-mail : khhong@chonbuk.ac.kr

고가 있었다.

모든 구강음은 구개인두가 비인강을 폐쇄하여 대부분 음이 구강을 통해 나오게 되지만 비인강은 구개인두에 의해 항상 완전히 폐쇄되지 못하므로 일부는 정상적으로 비강을 통해 나온다. 그러므로 실제로 모든 구강음은 구강을 통한 음과 비강을 통한 음이 합하여 생성된 복합음으로 실제 마이크를 이용한 모든 구강음의 분석은 실제 구강음과 비강음이 복합된 음성에 대한 분석이며 불행히도 이제까지 구강음에 대한 순수 구강 및 비강을 통한 스펙트럼 분석이 보고된 적이 없다. 또한 이제까지 보고된 음성의 음향학적 분석은 대부분 Furrier 방식에 근거를 둔 스펙트로그램의 분석이 가장 흔히 쓰이는 방법이지만 최근에는 선형예측 상관계수(Linear predictive coefficient, LPC) 분석법이 많이 사용되고 있다. 본 연구에서는 상관계수 분석법에 의한 스펙트럼 분석을 이용하여 편도절제술 후에 음성의 변화를 보다 자세하게 분석하기 위해 구강모음에 대해 구강스펙트럼과 비강스펙트럼의 변화를 각각 규명하여 문헌과 함께 보고하는 바이다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

8세에서 32세 사이의 남자 14명, 여자 12명 총 26명을 대상으로 편도크기가 제 2도 이상의 비대를 보였던 환자를 대상으로 하였다. 이학적 및 청각검사상 편도를 제외한 음성기관 및 청력기관의 이상이 없는 환자들을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

수술은 모두 전신마취 하에 전기소작법에 의한 편도박리에 의해 편도를 제거하였으며 아데노이드가 비대되었던 소아에서는 아데노이드 제거술을 동반하였다. 편도제거후 전-후 편도구개궁은 불합하지 않았다.

음성의 녹음은 방음실에서 수술 전 및 수술 후 4주째에 구강모음 /a/, /e/ 및 /i/를 자연스러운 피치 및 음량으로 발성케 하여 녹음하였고 음성분석은 Linear predictive coding(LPC) 측정방식에 의해 Doctor speech를 이용하여 분석하였다.

PC 분석은 최소한의 오류로 지나간 시간영역값으로부터 음성신호를 예측하기 위해 상관계수로서 음성신호를 나타낸 것이다. 이 계수는 근본적으로 성도여과 주파수 반응의 형태를 취하며 음원 스펙트럼의 경사와 방사효과를 포



Fig. 1. The head set and nasal view of doctor speech.

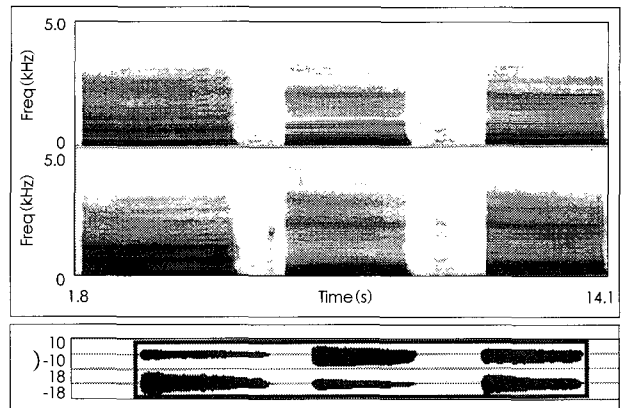


Fig. 2. Wide band spectrograms of oral vowel /a/. Right spectrum is for overall spectrum, middle for oral spectrum and left for nasal spectrum.

함하여 분석될 과정과 같이 시간영역의 음성파형을 생성하여 음성의 음형대 구조를 명백히 보일 수 있는 역스펙트럼으로 평탄하게 만든 모습과 유사한 의사 스펙트럼 단면이다. 분석은 Fig. 1에서와 같이 headset를 이용하여 microphone을 고정한 후 구강 및 비강을 분리하는 판을 윗입술에 고정하게 한 후 발성하면 구강을 통한 음성과 비강을 통한 음성이 각각의 microphone을 통해 녹음된다. 녹음된 음성신호는 Fig. 2에서와 같이 구강 및 비강을 통한 음성파형과 각각에 대한 음향스펙트럼이 그려진다. 음향스펙트럼을 Linear predictive coding(LPC) 측정방식으로 변환하면 Fig. 3에서와 같이 도해되는데 뚜렷한 peak 점들을 각각 구강음에 대한 제 1 및 2 구강음형대 및 제 1 및 2 비강음형대로 정의하였다. 각각의 음형대에 대한 주파수 변화 및 강도 변화를 분석하였고 제 1 및 2 음형대에 대한 bandwidth의 모양을 분석하였다. 또한 각 모음에 대한 비음도의 변화를 술 후 2개월째 측정하였다.

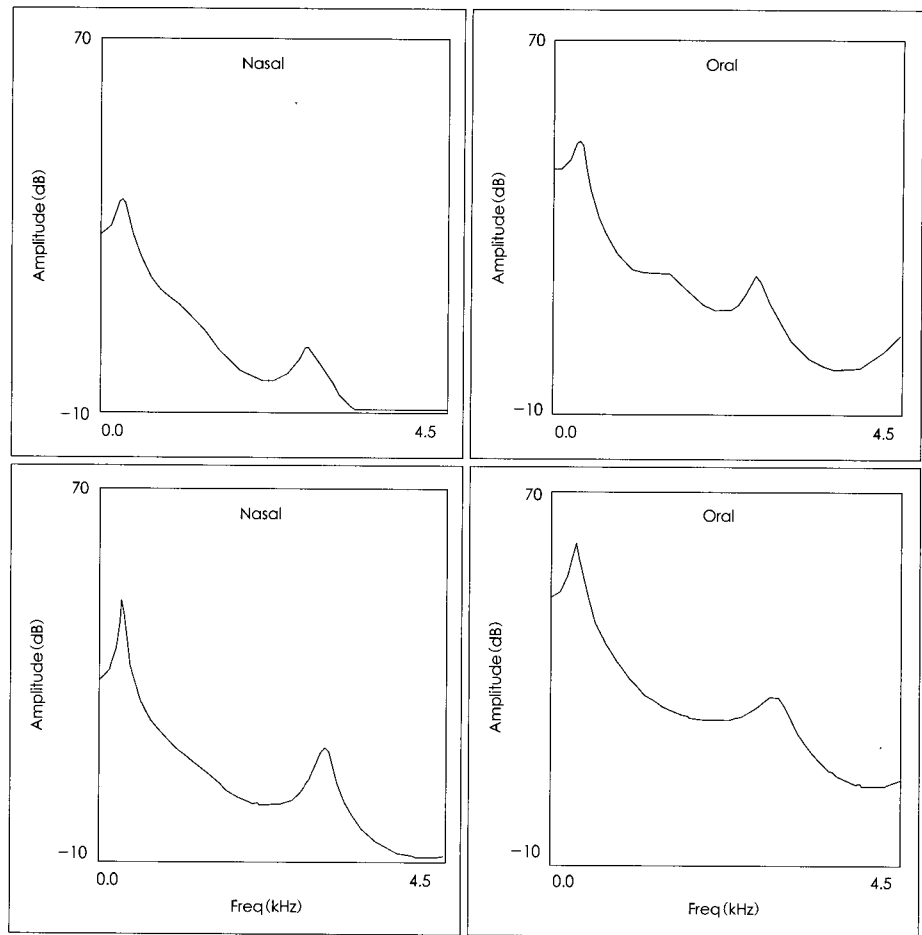


Fig. 3. Linear predictive curves for oral(Right) and nasal(Left) spectrum. Upper curves is for preoperative and lower for postoperative.

## 결 과

### 1. 구강스펙트럼의 변화

구강스펙트럼의 주파수 변화는(Table 1) 제 1 음형대 주파수는 ‘아’ 음에서 술 전 837Hz, 술 후 834Hz, ‘에’ 음에서 술 전 523Hz, 술 후 581Hz, ‘이’ 음에서 술 전 402Hz, 술 후 385Hz로 통계적으로 유의한 변화가 없었다. 제 2 음형대 주파수는 ‘아’ 음이 술 전 1,696Hz에서 술 후 1,742Hz로 약간 증가하였으나 유의한 변화는 아니었으나 ‘에’ 음은 술 전 1,904Hz에서 술 후 2,018Hz로 유의한 증가가 있었고 ‘이’ 음에서도 술 전 1,991Hz에서 술 후 2,240Hz로 통계적으로 유의하게 증가하였다. 구강스펙트럼의 음성강도 변화는(Table 2) 제 1 음형대 강도는 ‘아’ 음에서 술 전 51dB에서 술 후 56dB, ‘에’ 음은 술 전 52dB에서 술 후 57dB로 그리고 ‘이’ 음은 술 전 55dB에서 술 후 60dB로 모두 통계적으로 유의한 증가를 보였다. 제 2 음형대 강도는 ‘아’ 음에서 술 전 45dB에서 술 후 52dB로 유의하게 증가하였고 ‘에’ 음은 술 전 36dB

에서 술 후 39dB로 증가하였으나 통계적으로는 유의하지 않았고 ‘이’ 음은 술 전 29dB에서 술 후 30dB로 통계적으로 유의한 증가를 보였다.

### 2. 비강스펙트럼의 변화

비강스펙트럼의 주파수 변화는(Table 3) 제 1 음형대 주파수는 ‘아’ 음에서 술 전 687Hz, 술 후 721Hz, ‘에’ 음에서 술 전 518Hz, 술 후 993Hz, ‘이’ 음에서 술 전 379Hz, 술 후 361Hz로 통계적으로 유의한 변화가 없었다. 제 2 음형대 주파수도 ‘아’ 음이 술 전 1,610Hz, 술 후 1,742Hz로, ‘에’ 음은 술 전 518Hz, 술 후 993Hz, 그리고 ‘이’ 음에서도 술 전 379Hz에서 술 후 361Hz로 통계적으로 유의한 변화가 없었다. 비강스펙트럼의 음성강도 변화는(Table 4) 제 1 음형대 강도는 ‘아’ 음에서 술 전 33dB에서 술 후 37dB로, ‘에’ 음은 술 전 39dB에서 술 후 44dB로, 그리고 ‘이’ 음은 술 전 43dB에서 술 후 47dB로 모두 통계적으로 유의한 증가를 보였다. 제 2 음형대 강도는 ‘아’ 음에서 술 전 35dB에서 술 후 39dB로, ‘에’ 음은 술 전 22dB에서 술 후 26dB로, 그리

**Table 1.** Change of frequencies of oral spectrum after surgery

		Preop.	Postop.	Mean change
/a/ oral	F1 Mean	837.52	834.15	-3.36
	s/d	380.88	362.35	360.30
	p-value			0.968
	F2 mean	1696.63	1742.89	46.26
	s/d	694.14	495.30	751.36
	p-value			0.791
/e/ oral	F1 Mean	523.00	581.63	58.63
	s/d	211.79	205.26	233.10
	p-value			0.287
	F2 Mean	1904.42	2018.36	113.94
	s/d	304.81	286.63	214.49
	p-value			<b>0.033*</b>
/i/ oral	F1 Mean	402.36	385.21	-17.15
	s/d	139.58	111.00	166.56
	p-value			0.659
	F2 Mean	1991.36	2240.46	249.10
	s/d	385.00	40.53	523.05
	p-value			<b>0.053*</b>

**Table 2.** Change of intensities of oral spectrum after surgery

		Preop.	Postop.	Mean change
/a/ oral	F1 Mean	51.57	56.10	4.52
	s/d	55.35	5.56	8.25
	p-value			<b>0.028*</b>
	F2 mean	45.73	52.31	6.57
	s/c	14.74	6.21	13.23
	p-value			<b>0.044*</b>
/e/ oral	F1 Mean	52.10	57.78	5.68
	s/ci	8.60	6.36	10.19
	p-value			<b>0.026*</b>
	F2 Mean	36.78	39.31	2.52
	s/ci	13.24	11.10	15.65
	p-value			0.491
/i/ oral	F1 Mean	55.36	60.78	5.42
	s/ci	7.02	10.28	9.48
	p-value			<b>0.023*</b>
	F2 Mean	29.15	30.42	1.26
	s/ci	14.41	13.24	11.92
	p-value			0.650

**Table 3.** Change of frequencies of nasal spectrum after surgery

		Preop.	Postop.	Mean change
/a/ nasal	F1 Mean	687.57	721.36	33.78
	s/d	382.61	393.98	354.53
	p-value			0.638
	F2 mean	1610.22	1615.00	4.77
	s/d	560.12	337.98	601.86
	p-value			0.974
/e/ nasal	F1 Mean	518.31	993.94	475.63
	s/d	236.37	2131.89	2008.55
	p-value			0.316
	F2 Mean	1701.31	1690.52	-10.78
	s/d	398.13	382.19	328.35
	p-value			0.888
/i/ nasal	F1 Mean	379.57	361.57	-18.00
	s/d	158.37	118.38	184.10
	p-value			0.675
	F2 Mean	1813.77	1750.77	-63.00
	s/d	373.59	406.42	489.35
	p-value			0.592

**Table 4.** Change of intensities of nasal spectrum after surgery

		Preop.	Postop.	Mean change
/a/ nasal	F1 Mean	33.63	37.26	3.63
	s/d	6.17	9.11	7.09
	p-value			<b>0.039*</b>
	F2 mean	35.00	39.42	4.42
	s/d	8.01	8.75	11.64
	p-value			0.115
/e/ nasal	F1 Mean	39.10	44.05	4.94
	s/d	10.15	8.52	9.98
	p-value			<b>0.045*</b>
	F2 Mean	22.10	26.94	4.84
	s/d	11.87	11.45	14.33
	p-value			0.158
/i/ nasal	F1 Mean	43.15	47.47	4.31
	s/d	10.05	8.70	8.41
	p-value			<b>0.038*</b>
	F2 Mean	17.16	18.16	1.00
	s/d	12.68	10.42	11.26
	p-value			0.711

고 ‘이’ 음은 술 전 17dB에서 술 후 18dB로 술 후 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

### 3. 비음도 변화

술전 및 술 후 2개월에 측정된 구강모음에 대한 비음도는(Table 5) ‘아’ 음에서 술 전 17%, 술 후 13%, ‘에’ 음에서 술 전 17%, 술 후 16%, ‘이’ 음에서 술 전 25%,

술 후 21%로 술 후 약간 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다.

## 고 안

성도란 성문보다 위에 있는 부분 즉, 성문상부, 인강, 구

Table 5. Change of nasality after surgery

		Preop.	Postop.	Mean change
/a/	Mean	17.10	13.73	-3.36
	s/d	8.32	3.88	7.77
	p-value			<b>0.075</b>
/e/	Mean	17.63	16.05	-1.57
	s/d	13.602	10.32	7.18
	p-value			0.351
/i/	Mean	25.13	21.68	-3.63
	s/d	16.90	14.45	9.26
	p-value			0.105

강 및 비강을 통틀어서 말하는 것으로 성대의 진동에 의하여 음이 발생한 후 성도(vocal tract)를 통하여 밖으로 나오는 과정 중에 음이 공명되고 조음되는 통로를 의미한다. 공명된 음성이 구강으로 나오는 음을 구강음이라 하고 비강음은 목젖이 아래로 내려와 숨결의 일부 혹은 전부가 비강을 통하여 나오는 음을 말한다. 구개편도가 있는 인두는 옆벽과 뒷벽은 근육으로 둘러 싸여 그 근육의 수축에 의하여 인강의 모양이나 부피가 변화하므로 공명에 영향을 주기 때문에 모음의 음색에 영향을 줄 수 있다. 또한 구개편도는 중인두의 양측벽에서 전후구개공에 의하여 둘러싸여 있으며 측벽은 상인두수축근에 접하고 전방은 전구개공, 후방은 후구개공에 의해 접하고 있는데, 전구개공은 구개설근으로 이루어져 설근부에 부착되어 있어서 혀를 거상 혹은 고정시킴으로써 공명강을 변화시켜 음색을 조절하고 후구개공은 구개인두근으로 구성되어 연구개를 하방으로 끌어당기는 동시에 중인두를 구강으로부터 단절시키는 작용이 있다. 그러므로 편도절제시 중인강의 중요구조물중 편도가 제거되고 또한 전후구개공의 손상으로 인강의 공명효과에 영향을 줄 수 있고 예상할 수 있다.

이제까지 보고된 편도절제술이 음성에 어떠한 변화를 주는가에 대한 보고는 대부분 구강음에 대한 음형대의 변화 및 비음도의 변화였다.<sup>1-7)</sup> 음형대의 변화에 대해서는 홍 등<sup>1)</sup>의 보고에 의하면 모음 '아'에서는 술 후 변화가 없었지만 모음 '이'에서 제 1 음형대 주파수가 감소하였다고 보고하였고 이 등<sup>4)</sup>의 보고에서는 모음 '에'에서 제 2 음형대 주파수가 술 후 증가하였고 모음 '이'는 제 3 음형대 주파수가 증가하였고 모음 '우'는 제 1 음형대 주파수가 감소하였다고 보고하였다. Yohji 등<sup>8)</sup>은 편도절제술 후 제 3 음형대 주파수의 감소가 있었고 특히 구강모음 /o/에서 현저하였으며 편도의 크기가 클수록(특히 7cm<sup>3</sup> 이상일 때)이런 변화가 크다고 하였다. Haruhito 등<sup>7)</sup>은 편도절제술 후 제 3 음형대 주파수의 감소가 있으나 일본어 모음의

청각적 특징(acoustical feature)은 변하지 않으며 술 후 변화없는 발성을 위해서는 청각적 피드백(auditory feedback)을 이용해 성도의 형태를 조정하는 것이 필요하다고 하였다. Kummer 등<sup>9)</sup>은 모든 편도비대 환자들의 과대비성과 공명에 대한 철저한 평가를 권고하였으며 Williams 등<sup>10)</sup>은 비음에 있어 편도절제술이 아데노이드 절제술보다 공명 효과가 가장 큰 것으로 보고하였다. 국내에서도 홍 등<sup>1)</sup>에 의해 조사대상 22예에서 술 후 1개월에 음성의 변화를 음성학적으로 분석하여 검사한 결과 모음/i/의 제 1 음형대만이 감소하였고 그 외의 주파수는 변화가 없었으며 구강모음의 비음도가 증대되었다고 보고하였다.

편도절제술 후 모음과 비음을 나타내는 단어의 비음도가 증대되는 것은 편도비대에 의하여 일부 폐쇄되었던 것이 술 후 증가된 공기의 흐름에 의하여 비음도가 정상으로 회복된 것이거나, 수술에 의하여 후구개공이 손상되고 연구개운동이 자연스럽지 못하여 비음도가 증대된 것으로 해석할 수 있다.<sup>12)</sup> 저자의 연구에서도 비음도의 증대를 관찰할 수 있었고 편도절제술 보다 유소아의 편도 및 아데노이드 절제술에서 더 증가를 보인 것을 알 수 있었다.

실제로 편도나 아데노이드 절제술 후 음성의 변화를 거의 감지하지 못하거나 아주 미세한 변화만을 감지하게 된다. 이는 본 연구에서 시행한 지각실험에서도 증명되었는데 이는 음성의 변화가 없는 것이 아니라 지각을 못하기 때문이며 이런 현상은 Yang<sup>13)</sup>이 시행한 지각실험에서 F<sub>1</sub>의 경우 평균 150Hz, F<sub>2</sub>의 경우 평균 300Hz, F<sub>3</sub>의 경우 평균 800Hz 이상 차이가 나야 지각할 수 있다고 한 것과 연관되리라고 사료된다.

그러나 본 연구에서는 상관계수 분석법에 의한 스펙트럼 분석을 이용하여 편도절제술 후에 음성의 변화를 보다 자세하게 분석하기 위해 구강모음에 대해 구강스펙트럼과 비강스펙트럼의 변화를 각각 분석하였다. 본 연구의 결과는 모음에 대한 구강 스펙트럼의 제 1 음형대 주파수는 술 후 변화가 없었고 제 2 음형대 주파수는 전체적으로 술 후 증가하였다. 이는 편도제거가 특히 인강의 면적에 증대를 초래하여 제 1 음형대 주파수가 감소하는 것으로 예상할 수 있지만 본 연구에서 변화가 없는 이유는 편도제거에 의해 발생시 혀 및 인강 주위조직들의 운동이 자유로워져 실제 면적에는 변화를 초래하지 않는 것으로 예상할 수 있겠다. 그러나 제 2 음형대 주파수의 증대는 발생시 자유로운 혀의 운동에 의한 혀의 전-후 길이의 증대로 인해 주파수가 감소한 것으로 예상된다. 또한 구강음의 종류에 따른 조음시 혀 및 인강의 역할정도에 따라 음형대의 변화에도 영향을 줄 수 있지만 본 연구에서는 구강음에 따른 차이는 발견할

수 없었다. 제 1 및 2 구강 스펙트럼의 음형대 강도의 증대는 편도제거로 인한 혀 및 구개의 자유로운 운동성과 적절한 공명강의 형성으로 조음이 정확해져 발생시 강도가 증가한 것으로 생각할 수 있겠다. 비강 스펙트럼의 제 1 및 2 음형대 주파수는 술 후 변화가 없었다. 이는 편도제거가 특히 인강의 면적에 영향을 주며 비강에는 영향을 주지 않기 때문에 주파수는 변화가 없는 것으로 사료된다. 그러나 제 1 및 2 비강 스펙트럼의 음형대 강도의 증대는 편도제거로 인한 적절한 공명강의 형성으로 조음이 정확해져 발생시 강도가 증가한 것으로 생각할 수 있겠다. 각 스펙트럼에 대한 bandwidth의 변화는 술전에 비해 적어진 현상은 역시 적절한 인두강의 형성에 의해 조음이 정확해진 것을 간접적으로 증명할 수 있는 결과로 예상된다.

편도절제술 후 음성의 변화에는 비음도의 변화가 포함되어 있다. 비음도란 발생시 비강과 구강을 통해 발생하는 음성에 대하여 각각의 음성 에너지를 측정하므로 전체 에너지에 대한 비강음 에너지의 비율을 측정하는 수치이다. 비음도에 영향을 주는 수술에는 대표적으로 악안면 수술, 비강 수술, 수면 무호흡증 수술 및 편도수술 등 다양한 안면 수술 등이 비음도에 변화를 초래할 수 있다. 특히 편도절제술 후 비음도의 변화에 대한 보고에는 홍 등<sup>1)</sup>의 보고에 의하면 비강자음에 대한 nasometer의 경사도는 변화가 없지만 술 후 1개월 후 일부 모음에 대하여 비음도가 유의하게 증가한다고 보고하였으나 장기간 추적 후에는 정상으로 회복된다고 보고하여 일부 인두의 해부학 변화에 의한 음성의 변화가 있을 수 있음을 보고하였고 남 등<sup>5)</sup>의 보고에서도 술 후 4주째 비음도가 유의하고 8주째에는 정상으로 회복된다고 보고하였다. Andreasson 등<sup>14)</sup>의 보고에서도 술 후 1~3개월에 비음도에 안정을 보인다고 보고하였다. 본 연구에서는 술 후 2개월에 측정한 수치로서 다른 연구에서와 같이 술 후 비음도의 변화는 관찰되지 않았다.

## 결 론

편도절제술 전, 후에 대한 구강 및 비강 스펙트럼의 변화는 다음과 같다.

첫째, 구강 스펙트럼의 변화는 제 1 구강음형대 주파수는 모든 모음에서 술 전에 비해 술 후 유의한 변화가 없었으나 제 2 구강음형대 주파수는 '에' 음 및 '이' 음에서 술 전에 비해 술 후 유의하게 증가하였다. 음성강도 변화

는 제 1 구강음형대 강도는 모든 모음에서 모두 유의한 증가를 보였고 제 2 구강음형대 강도는 '아' 음에서 술 전에 비해 술 후 유의하게 증가하였고 '에' 음 및 '이' 음은 술 전에 비해 술 후 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

둘째 비강스펙트럼의 변화 제 1 비강음형대 주파수는 모든 모음에서 유의한 변화가 없었고 제 2 비강음형대 주파수도 유의한 변화가 없었다. 비강음형대의 강도는 제 1 비강음형대 강도는 모두 통계적으로 유의한 증가를 보였고 제 2 비강음형대 강도는 모두 술 후 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

셋째 비음도는 모든 구강모음에서 술 후 약간 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다.

**중심 단어 :** 편도절제술 · 구강모음 · 구강스펙트럼 · 비강스펙트럼.

## REFERENCES

- 1) Hong KH, Kim YJ, Kim YK. An effect of tonsillectomy on formant and nasality. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1994;37:543-51.
- 2) Parker AJ, Maw AR, Szallies F. An objective method of assessing nasality. *Clin Otolaryngol* 1989;14:161-6.
- 3) Kim KR, Moon YI, Wi PH. An effects of voice after tonsillectomy. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1968;11:3-5.
- 4) Lee JH, Koo GJ, Ko HE, Kim YC, Koo SK, Lee SH, et al. An acoustic and radiologic study on voice change after tonsillectomy and adenoidectomy. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1999;42:762-9.
- 5) Nam SY, Suh SB, Chang Y. The effect of tonsillectomy and adenoidectomy on nasality. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1999;42:354-7.
- 6) Kim YK, Kang JH, Yoon KS. Acoustic rhinometric evaluation of nasal cavity and nasopharynx after adenoidectomy and tonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998;44:215-20.
- 7) Haruhito S, Hirose H. Acoustic changes in voice after tonsillectomy. *Acta Otolaryngol* 1996;523:239-41.
- 8) Yohji H, Yasuo K, Ghen O, Shin-ya O, Kohji A. Effects of tonsillectomy on articulation. *Acta Otolaryngol* 1987;523:248-51.
- 9) Kummer AW, Myer CM III, Smith ME, Shott SR. Changes in nasal resonance secondary to adenotonsillectomy. *Am J Otolaryngol* 1993;14:136-40.
- 10) Williams RG, Preece M, Rhys R, Eccles R. The effect of adenoid and nasality. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1992;17:136-40
- 11) Pi-tang, Wilbur JG, Fukujawa T, Ashraf EA. Acoustic analysis of voice in tonsillectomy. *J Voice* 1989;3:81-6.
- 12) Saida H, Hirose H. Acoustic changes in voice after tonsillectomy. *Acta Otolaryngol Suppl* 1996;523:239-41.
- 13) Yang BG. A perceptual study of synthesized Korean monophthongs. *Korean J Linguistics* 1995;20:127-46.
- 14) 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.