

## 사람에서 유발시킨 구개인두부전증의 비음도와 음향학적 분석

서울대학교 의과대학 이비인후과학교실  
윤자복 · 성명훈 · 정원호 · 김광현

= Abstract =

### Nasometric and Acoustic Analysis in Experimentally Induced Velopharyngeal Insufficiency in Human

Ja Bock Yun, M.D., Myung-Whun Sung, M.D.,  
Won Ho Chung, M.D., Kwang Hyun Kim, M.D.

*Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Seoul National University  
College of Medicine, Seoul, Korea*

Many tools have been used to evaluate the voice abnormalities of velopharyngeal insufficiency(VPI). The aim of study was to obtain the objective evaluation method of VPI by comparing the acoustic and nasalance data of experimentally induced VPI group and those of normal control group.

Ten healthy young men were included in this study. Mild and severe VPI were experimentally induced by retracting velopharyngeal movement. Using the nasometer, we obtained the nasalance score of the sustained oral vowels and those of three types of nasometer passages and the slope scores of nasogram of nasal words. And we analysed the change of formant frequencies for the sustained oral vowels and the changes of various parameters of hypernasality by the computerized speech analysis system.

The nasalance score of sustained /a/ was increased significantly in VPI conditions. There was no changes in the slope score of nasogram. On the acoustic speech analysis, the second formant frequencies of vowel /e/ and /i/ were decreased significantly in VPI conditions.

This results suggested that the measurement of nasalance score and formant frequency might be useful in the evaluation of VPI.

**KEY WORDS** : Velopharyngeal insufficiency · Nasometry · Formant · Acoustic analysis.

### 서 론

선천성 구개열이나 미주신경마비 등에 의해 생기는 구개인두부전증(velopharyngeal insufficiency, VPI)

을 보이는 환자는 비강공명이상으로 인하여 여러 가지 발음이상을 나타낸다. Fletcher가 제시한 비음치(nasalance score)를 계산하는 방법을 바탕으로 한 비강 측정기(nasometry)가 개발되어 비음치를 측정하여 VPI의 평가와 치료에 많이 응용되고 있다<sup>1)</sup>. 비음치란

발성된 음성의 구강음과 비강음의 음성에너지의 합을 비강음성에너지로 나누어 백분한 수치로써, 발성된 음성중 비강음의 정도를 나타내는 수치이다. 비강측정기는 세 가지 부분으로 구성되어 있는데, 구강과 비강에서 나오는 음향에너지를 따로 구분하여 음향신호로 변환하는 acoustic separator, 음향 신호를 컴퓨터로 전송하는 signal processing and interface circuit, 그리고 데이터를 받아 비음치를 계산하는 컴퓨터로 구성되어 있다.

비강측정기를 이용한 비음치의 측정이나 스펙트로그램과 피를 이용한 음성 분석이 임상적으로 비강공명을 평가하기위해 유용하게 이용될 수 있다<sup>2-5)</sup>. 예를 들면 Dalston<sup>6)</sup>은 두경부 안면기형 환자의 연구에서 과비강공명(hypernasality)과 비음치(nasalance score)의 상호관계가 높다고 보고했다. 그러나 Wattersson<sup>7)</sup>은 과비강공명을 나타내는 환자나 과비강공명이 없는 정상음을 내는 정상인에서도 borderline의 비음치를 낼수 있다고 하였고 따라서 비강측정기에 의한 비음치 측정만으로는 VPI의 상태를 정확히 나타낼 수 없다고 하였다.

음성분석을 시도한 연구결과에서는 성<sup>8)</sup>은 인위적으로 유발한 VPI군에서는 /i/, /e/의 발성에서 제이 음형대의 주파수의 감소가 있었다고 보고했으나, 홍<sup>9)</sup>이 발표한 편도적출술 후의 음성변화에 대한 연구에서 보면 수술후 /i/ 음에 관한 제이 음형대의 주파수만이 통계적으로 유의하게 감소하였다고 하였다.

그러므로 VPI의 정확한 평가를 위해서는 한가지 만의 측정결과로는 어렵고 따라서 여러 가지 평가방법의 결과들로서 VPI를 평가하는 것이 의미가 있다고 사료되며, 본 연구에서는 인위적으로 정도를 달리하여 유발한 VPI군을 대상으로 비음치 측정과 음성분석을 함께 시행하였다.

본 연구에서는 실험적으로 정도를 달리하여 유발한 VPI군과 대조군의 음향학적 결과와 비강측정기의 결과를 비교하고 상호 연관성을 평가함으로써 VPI환자의 보다 정확한 객관적인 평가의 방법과 지표를 얻고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

한국어 표준말을 사용하고 음성장애와 청력장애가

없는 건강한 성인 남자 10명을 대상으로 하였고 연령은 27세에서 33세까지 평균 28세였다.

## 2. 방 법

### 1) 비음지(nasalance score)의 측정

Model 6200 Nasometer(Kay Elemetrics, Lincoln Park, NJ, USA)를 이용하여 실시하였다. 대상자의 윗입술에 수평 음향 분리대를 대고 대상자의 구음성분과 비음성분을 구분하여, 정상인에게 홍<sup>9)</sup>이 고안한 음성 자료를 이용하여(Table 1), 우선 구강모음인 저설 모음 /a/와 고설 모음 /i/를 발음하게 하였다. 그리고 /CVCV/나 /VCVC/ 형태의 비강자음에 대한 nasogram 상에서의 경사도를 알아보기 위하여 각각 양순비강자음, 치조비강자음, 구강비강자음인 /nana/, /mama/, /aŋaŋ/을 발음하게 하였다. 그리고 비음도 문장에 대한 비음치(nasalance score)를 알아보기 위하여 비강자음 비율이 각각 0%, 11.7%, 34.7%인 토끼 문장, 아기문장, 엄마문장을 보고 읽게 하여 각각의 평균 비음치(mean nasalance score)를 측정하였다. 녹음은 방음장치가 된 방음실에서, 마이크에서 20cm 떨어진 곳에서 편한 상태에서 평상시의 발음으로 3회 녹음하여 가장 적절한 녹음을 선택하였다. 음성은 마이크

Table 1. Speech materials used in our experiment

1. Oral sustained vowel :	/a/, /i/									
2. Nasal consonants :	<table border="0"> <tr> <td>bilabial</td> <td>마마</td> <td>/mama/</td> </tr> <tr> <td>alveolar</td> <td>나나</td> <td>/nana/</td> </tr> <tr> <td>velar</td> <td>앙앙</td> <td>/aŋaŋ/</td> </tr> </table>	bilabial	마마	/mama/	alveolar	나나	/nana/	velar	앙앙	/aŋaŋ/
bilabial	마마	/mama/								
alveolar	나나	/nana/								
velar	앙앙	/aŋaŋ/								
3. Rabbit passage :	거북이와 토끼의 달리기 이야기조 (NCR : 0%)									
	/kɔpukiwa t'okiwi talliki ijakicjo/ 토끼가 자기하고 달리기 시합하자고 /t'okika cakihako talliki sihaphacako/ 크게 소리치자 거북이가 그러자고 했어요 /k'wke solic' ica kɔpukika kwɔcako hɛtɔjo/									
4. Baby passage :	아기가 엄마품에 잠들어 있을까요 (NCR : 11.7%)									
	/akika ɔmmap'ume camtwɔ itwɔk'ajo/ 우리아기 예쁜 아기 새근새근 잠자요 /uliaki jep'wnaki sekwn sekwn camcajo/									
5. Mamma passage :	엄마는 항상 레몬 잼을 만들어 (NCR : 34.7%)									
	/ɔmmawɔn harsaŋ lemoŋcɛmwɔ mantwɔ/ 이모랑 누나랑 나누어줍니다. /imlɔŋ nunalaj nanu cupnita/ 우리엄마 좋은 엄마 /ulioemma cown ɔmma/									

NCR=nasal consonant ratio in nasometer passage  
Adapted with permission<sup>9)</sup>

에 의해 전기신호로 바뀐 후에 IBM PC에서 비음치로 표현된 결과를 얻었다. 그리고 같은 사람에게 실험적으로 VPI를 유발하여 같은 발음을 반복하여 녹음하였는데, 3F의 nelaton tube를 이용하여 최대한 연구개를 당겨 중증도의 VPI(severe VPI)를 유발하여 녹음을 하고, 당겨진 nelaton tube의 중간 길이를 구하여 연구개를 당겨 경도의 VPI(mild VPI)를 유발하여 다시 같은 방법으로 녹음을 하여 VPI 정도에 따른 비음치의 변화를 알아보았다.

## 2) 음형대 주파수의 변화 측정

마이크에서 1cm 떨어진 상태에서 우선 기본모음인 /a/, /e/, /i/, /o/, /u/를 발음하게 하였다. 그리고 녹음이 끝난 뒤 동일인에게 VPI를 실험적으로 유발하여 같은 발음을 반복하여 녹음하였다. 그리고 nelaton tube를 정상과 최대길이의 중간 길이에서 걸어서 같은 발음을 반복하여 녹음하였다. 녹음된 음성을 CSL(computerized speech lab) Model 4300B(Kay Elemetrics)를 이용하여 정상군과 VPI군의 각 모음의 기본주파수(fundamental frequency)와 제일 음형대(first formant), 제이 음형대(second formant), 제삼 음형대(third formant), 제사 음형대(fourth formant), 주파수를 측정하여 비교하였다. 음성의 sampling rate는 20kHz, signal buffer length는 5초, high pass filter를 사용한 뒤 Linear predictive coding을 이용하여 각 모음별 음

형대의 주파수를 측정하였다.

## 3) 통계 분석

비모수검사(non-parametric test)인 Wilcoxon signed rank test를 사용하여 통계적인 분석을 하였다.

# 결 과

## 1. 구강 모음에 대한 비음(nasalance)의 변화(Table 2)

구강 모음에 대한 비음의 변화는 저설 모음 /a/에서는 평균 비음치가 정상군에서 14.6%이었으며 중증도의 VPI군에서는 29.4%로 통계적으로 유의한 증가된 수치를 보였으며( $p < 0.05$ ), 경도의 VPI군에서는 18.4%로 중간수치를 보였다. 고설 모음 /i/에서는 평균 비음치가 정상군에서는 25.6%이었으며 중증도의 VPI군에서는 42.2%로 증가된 수치를 보여서 통계적으로 유의성이 있었고( $p < 0.05$ ), 경도의 VPI군에서는 29.0%로 중간수치를 보였다.

## 2. 비음도 문장에 대한 비음의 변화(Table 3)

비음도 문장에 대한 비음의 변화는 비강자음비율이 0%인 '토끼문장'에서는 정상군이 10.8%, 중증도의 VPI군에서는 23.7%로 통계적으로 유의하게 증가된 수치를 보였고( $p < 0.05$ ), 비강자음비율이 11.7%인 '아기문장'에서는 정상군이 28.5%, 중증도의 VPI군에서는 35.2%로 통계적으로 유의하게 증가된 수치를 보였고

Table 2. Nasalance score with sustained vowel /a/ and /i/(N=10)

Vowels	Control(%)	mild VPI(%)	severe VPI(%)	p-value*
	mean ± SD ( )	mean ± SD ( )	mean ± SD ( )	
Sustained /a/	14.6 ± 4.6 ( 5.1 - 20.8)	18.4 ± 11.5 (3.8 - 40.9)	29.4 ± 15.8 ( 9.1 - 53.9)	p < 0.05
Sustained /i/	25.6 ± 13.0 (10.0 - 48.0)	29.0 ± 20.1 (5.7 - 76.7)	42.2 ± 24.7 (14.5 - 83.2)	p < 0.05

\* : Wilcoxon signed rank test

Table 3. Nasalance score in three passages(N=10)

Passages	Control(%)	mild VPI(%)	severe VPI(%)	p-value*
	mean ± SD ( )	mean ± SD ( )	mean ± SD ( )	
Rabbit passage (NCR=0%)	10.8 ± 4.3 ( 5.3 - 16.3)	14.4 ± 4.6 ( 7.5 - 22.6)	23.7 ± 10.3 ( 8.7 - 43.9)	p < 0.05
Baby passage (NCR=11.7%)	28.5 ± 4.0 (22.7 - 36.7)	30.4 ± 5.2 (20.2 - 36.0)	35.2 ± 8.2 (22.1 - 46.9)	p < 0.05
Mama passage (NCR=34.7%)	46.6 ± 5.4 (38.5 - 56.6)	45.8 ± 5.8 (34.1 - 57.3)	47.3 ± 8.1 (37.2 - 63.2)	p > 0.05

NCR : nasal consonant ratio

\* : Wilcoxon signed rank test

나( $p < 0.05$ ), 비강자음비율이 34.7%인 '엄마문장'에서는 정상군이 46.6%, 중증도의 VPI군에서는 47.3%로 비슷한 수치를 나타냈다( $p > 0.05$ ). 경도의 VPI군에서는 정상군과 중증도의 VPI군의 중간수치를 나타냈다.

### 3. 비강 자음에 대한 경사도의 변화(Table 4)

비강 자음에 대한 경사도의 변화는 양순비강자음, 치조비강자음 그리고 구개비강자음에 대하여 정상군보다 VPI군에서 다소 감소했으나 통계적인 유의성은 없었다( $p > 0.05$ ).

### 4. 구강모음에 대한 음형대 주파수의 변화(Table 5)

우리말 모음 /a/, /e/, /i/, /o/, /u/의 기본주파수(fundamental frequency)는 정상군이나 VPI군에서 통계적인 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

제1음형대(F1)에서는 VPI군에서 정상군과 통계적인 유의한 차이가 없었으나( $p > 0.05$ ) 제2음형대(F2)에서는 Table 5에서처럼 /e/와 /i/에서는 VPI군에서 정상군보다 통계적으로 유의하게 낮은 주파수를 보였고( $p < 0.05$ ) 감소하는 경향을 보였으나 나머지 모음에

서는 통계적인 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

제삼음형대와 제사음형대(F3, F4)에서는 VPI군과 정상군간의 통계적인 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

### 5. 비음치와 제2음형대 주파수와의 관계

비음치와 제2음형대 주파수는 서로 반비례의 관계가 있으며 모음 /i/에서는 상관계수 수치가  $r = -0.8752$ 로 높은 연관성을 나타내었다(Fig. 1).

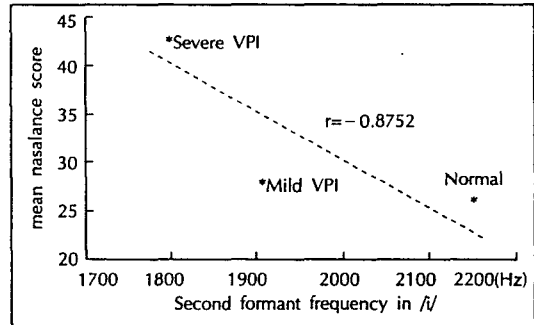


Fig. 1. Linear regression analysis of data from nasometry and computerized speech lab(CSL). There were a high correlation between mean nasalance score and mean frequency of second formant of vowel /i/.

Table 4. The score of slope with nasal consonants(N=10)

Nasal consonant	Control(%)	mild VPI(%)	severe VPI(%)	p-value*
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
Bilabial /mama/	0.31 ± 0.16 (0.11 - 0.57)	0.22 ± 0.16 (0.05 - 0.57)	0.20 ± 0.11 (0.07 - 0.37)	$p > 0.05$
Alveolar /nana/	0.27 ± 0.09 (0.06 - 0.42)	0.27 ± 0.09 (0.14 - 0.42)	0.23 ± 0.09 (0.09 - 0.36)	$p > 0.05$
Velar /agaŋ	0.43 ± 0.12 (0.23 - 0.60)	0.44 ± 0.12 (0.23 - 0.60)	0.36 ± 0.12 (0.20 - 0.54)	$p > 0.05$

\* : Wilcoxon signed rank test

Table 5. Changes of second formant frequencies according to degree of VPI(N=10)

Vowels	Control(%)	mild VPI(%)	severe VPI(%)	p-value*
	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	
Sustained /a/	1245 ± 145 (1112 - 1606)	1256 ± 232 (1023 - 1688)	1271 ± 336 ( 949 - 1886)	$p > 0.05$
Sustained /e/	1864 ± 136 (1636 - 2173)	1602 ± 178 (1281 - 2002)	1541 ± 165 (1294 - 1867)	$p < 0.05$
Sustained /i/	2156 ± 82 (2031 - 2261)	1925 ± 183 (1594 - 2160)	1803 ± 248 (1286 - 2188)	$p < 0.05$
Sustained /o/	799 ± 65 ( 677 - 891)	808 ± 45 ( 755 - 918)	774 ± 76 ( 684 - 900)	$p > 0.05$
Sustained /u/	849 ± 65 ( 709 - 916)	803 ± 65 ( 700 - 921)	801 ± 77 ( 691 - 9648)	$p > 0.05$

\* : Wilcoxon signed rank test

## 고 찰

연구개는 경구개의 연장으로써 주로 근육섬유, 혈관, 신경조직, 침샘 등으로 이루어져 있으며 구강과 비강을 나누는 역할을 한다. 사람이 /m/ 또는 /n/ 등의 발음을 할 때 연구개가 하방으로 내려가 폐에서 온 공기가 비강으로 하게 된다. 그러나 비강음이 아닌 다른 음에서는 연구개가 인두벽과 함께 상방으로 올라가면서 구개 인두벨브(velopharyngeal valve)를 형성하면서 비강으로의 기류를 차단하게 된다. 정상인에게는 이 벨브가 완전히 닫히지만, 구개인두부전증이라고 불리는 환자들에게서는 벨브의 닫힘이 불완전하여 비음이 많이 섞인 발음을 하게 된다.

발음상의 형성원인은 velopharyngeal port가 구강의 articulatory aperture보다 넓을 때 상대적으로 많은 기류가 비강으로 나오게 되어 구강에서 발음에 필요한 충분한 압력을 생성되지 못하여 발음에 이상이 온다고 보인다<sup>10)</sup>. VPI에 의한 주된 발음 이상에는 과비강공명(hypernasality), 공기 비강 탈출(nasal emission of air), 자음 소리 크기의 감소(weak production of consonants), 정상적인 조음 위치에서 벗어난 위치에서 발음하는 오조음(compensatory articulation) 등이 있다. 그중 과비강공명은 VPI의 제일 중요한 증상으로 비강 내에서 모음과 자음의 과도한 공명현상에 의해 발생한다<sup>11)</sup>.

지금까지 VPI의 평가를 위하여 많은 종류의 계기가 개발되어 왔다. Lateral cephalometry, cine-video-fluorography, CT, ultrasound, endoscopy처럼 구개인두의 메커니즘(velopharyngeal mechanism)을 직접 보기 위한 방법도 있고, 언어지각검사(perceptual study of speech), 조음검사(articulation test), 음향검사(acoustical studies), 공기역학적검사(aerodynamic studies) 등의 방법이 있다<sup>12)</sup>. 최근에는 객관적으로 과비강공명을 측정하고자 구강과 비강의 음향적 비율을 구하는 Tonar라는 측정기계가 개발되었는데, 임상적으로 이용한 경우에서 관찰자의 감각적인 판단과 비교한 결과 높은 상관관계가 있었다고 한다<sup>6)</sup>.

이를 보다 개선하여 비강측정기(Nasometer, Kay Elemetrics Corp.)가 개발되었는데 이것은 비강음성에 이상이 있는 환자에 대한 연구 및 치료를 목적으로

상악의 변형 및 외상, 구개의 해부학적인 결함, 구개의 신경학적인 운동장애, 편도에 의한 발생장애 및 비강의 해부학적인 변화에 의한 비강음의 변화를 측정하는데 도움을 주는 기구이다<sup>6)</sup>. 이 비강측정기의 원리는 발생된 음성의 구강음과 비강음의 음성에너지의 합을 비강음성 에너지로 나누어 백분하여 비음치(nasalance score)를 구하는 것으로, 결국 음성이 전부 구강으로 나오면 비음치는 0%이고 전부 비강으로 나오면 100%이다<sup>1)</sup>.

많은 연구에서 비강측정기는 임상적으로 유용한 도구라고 보고되었다<sup>2,5)</sup>. 예를 들면 Dalston 등<sup>6)</sup>은 117명의 두경부 안면기형 환자의 연구에서 과비강공명(hypernasality)이 없거나 미약한 환자에서는 비음치의 민감성이 0.89 그리고 특이성 0.95로 임상적으로 유용하다고 보고했다. 같은 환자에게 비강자음이 하나도 없는 'Zoo Passage'를 읽게 하여 측정된 비음수치가 32%가 넘는 환자들은 공기역학적으로 velopharyngeal area가 0.1cm<sup>2</sup>가 넘으며, 이들은 말할 때 적어도 정도에서 중등도의 과비강공명(hypernasality)을 보인다고 보고했다.

정상인의 비음치에 대해 홍 등<sup>9)</sup>은 우리말 '토끼문장'은 17.4±3.8%, '아기문장'은 32.6±6.1% 그리고 '엄마문장'은 54.7±5.8%라고 보고했는데 나이, 성별 그리고 비강 상태 등 여러 변수에 의해 수치가 별할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 '토끼문장'은 10.8±4.3%, '아기문장'은 28.5±4.0% 그리고 '엄마문장'은 46.6±5.4%로 홍 등의 결과보다는 다소 낮지만 비슷한 수치로 나왔다.

비강자음의 경사도란 비강음 발생시 연구개의 운동 및 비강상태를 간접적으로 반영하는 지표로서, 본 연구에서의 경사도는 비강음 발생시작지점으로부터 구강음이 최초 발생되기 직전까지의 경사도를 의미하는 것이다. 이때 연구개의 운동이 정상이거나 비강내의 공기의 흐름이 정상이면 경사도가 높게되어 수치가 많아지게 된다<sup>9)</sup>. 본 연구에서 측정된 경사도 값은, 정상군보다 VPI군이 약간 감소하였지만 통계적으로 의미 있는 차이는 없었다. 본 실험에서는 연구개의 운동이 nelson tube에 의해 크게 제한되므로 이런 결과는 경사도의 수치가 연구개의 운동을 제대로 반영하지 못하거나 비강음 발음과 연구개의 운동은 서로 관련이 적기 때문으로 사료되었다.

우리말 모음 /a/와 /i/, 그리고 세 가지 형태의 표준

비음도 문장 중 비강자음 비율이 높은 '엄마문장'을 제외한 나머지 문장에서 통계적으로 유의한 비음치의 증가를 보인 것은 비음치가 VPI의 진단 및 평가에 유용한 지표가 될 수 있음을 시사한다. 그리고 nelaton tube를 정상과 최대길이의 중간 길이에서 절어서 만든 경도의 VPI군의 경우에는 대부분의 비음치가 정상군과 중등도의 VPI의 중간치가 나타남으로써 VPI의 정도와 비음치와 비례함을 알 수 있어 비강측정기로 VPI의 정도를 추정할 수 있다고 사료되었다.

비강공명에 대한 또다른 검사방법으로 녹음된 음성을 스펙트로그래피로 분석하는 방법이 널리 이용되고 있다. 스펙트로그래피는 1947년 Potter, Kopp, Green 등이 발명한 이후 음성을 객관적 그리고 가시적으로 표시하는 것이 가능해졌는데<sup>13)</sup> 스펙트로그래피가 분석한 상을 이용하여 형태학적인 연구가 이루어졌고 이를 체계화하여 Yanagihara<sup>14)</sup>는 애성의 분류를 시도하기도 하였다. 또한 Steven<sup>15)</sup>은 스펙트로그래피로 비강 모음과 구강모임과 비교하여 비강모음의 peak가 좀더 넓고 낮으며 특히 제일 음형대인 경우에 특징적으로 나타난다고 하였다. 그리고 제일 음형대의 주파수가 낮아지는 특징이 있는 반면 나머지 음형대는 일정하지 않다고 관찰하였다.

모음의 조음 기전은 음원(source)에서 나온 음파를 성도내의 공명주파수의 여과(filter) 기능이 성대음을 변화시켜 우리 귀에 들리게 된다는 Source-filter theory가 있고 성대에서 나오는 공기에 의해 성대의 관이 전동하여 성대음과 다른 음이 나온다는 Perturbation theory 등이 있다<sup>16)</sup>. 이때 주로 음향에너지가 모이는 부분이 음형대(formant)인데, 음형대란 성도 내에서 공기의 공명주파수와 일치하는 성음(overtone)의 모임을 뜻하며, 정상적인 비자음인 경우 제일 음형대는 모음의 경우보다 낮은 주파수인 250Hz 근처에서 발생하고 제이 음형대는 모음의 경우보다 높은 주파수인 2500 Hz 근처에서 발생한다<sup>17)</sup>. 서 등<sup>18)</sup>은 10명의 성인을 대상으로 우리말 모음의 발음시 연구개운동과 조음위치에 대한 연구에서 경구개에서는 /i/, /e/, 연구개에서는 /u/ 그리고 상부인두에서는 /o/, 하부인두에서는 /a/에서 좁힘점(node)을 나타낸다고 보고하였다.

성 등<sup>8)</sup>은 정상인 20명의 남자를 대상으로 인위적으로 연구개를 당겨 VPI를 만든 전 후의 비교에서 VPI군에서는 /i/, /e/에서 제이 음형대의 주파수의 감소가 있

었다고 하였다. 반면에 홍 등<sup>9)</sup>은 편도적출술 후의 음성 변화에 대한 연구에서, 수술후 /i/음에 관한 제일 음형대의 주파수만이 통계적으로 유의하게 감소하였다고 하였다. 본 연구에서는 제일 음형대에서는 VPI군에서 정상군과 통계적인 유의한 차이가 없었으나, 제이 음형대에서는 주파수의 변화가 측정되었고 특히 /e/와 /i/에서만 VPI군에서 정상군보다 통계적으로 유의하게 낮은 주파수를 보았는데 이는 standing wave의 node에 해당하는 경구개 부분이 넓어지기 때문으로 사료되었고, 특히 발성시 /i/, /e/가 경구개부분에서 좁기 때문으로 사료되었다.

그러므로 800Hz에서 4000Hz 사이에서 생기는 제이 음형대(F2)에서 보이는 주파수의 변화는 VPI환자에서 발음이 변화하는 현상을 설명하는 중요한 지표로 사료되었다.

## 결 론

한국어 표준말을 사용하고 음성장애와 청력장애가 없는 건강한 성인 남자 10명을 대상으로 정상발음과 실험적으로 유발한 VPI 경우에서, 비강측정기(nasometer)를 이용하여 비음치(nasalance score)를 측정하였으며, 컴퓨터 음성분석기인 CSL로 동일한 음형대 주파수(formant frequency)를 측정하였다. VPI군에서는 /a/와 /i/에서 정상군보다 통계적으로 유의한 증가된 비음(nasalance) 수치를 보였으며 비음도 문장에서는 비자음의 비율이 적은 문장에서 비음치가 증가된 결과를 보였고 비강자음에 대한 경사도의 변화는 정상군과 차이가 없었다. 그리 모음 /e/와 /i/의 제이 음형대(F2)에서 정상군보다 통계적으로 유의하게 낮은 주파수를 보였다. 그리고 비음치와 제이 음형대 주파수는 서로 반비례의 관계가 있고 모음 /i/에서는 높은 연관성을 나타내었다.

이는 비음치(nasalance score)의 측정과 제이 음형대(F2) 주파수의 측정이 VPI의 정도를 나타내며 따라서 VPI평가의 지표로 삼을 수 있을 것으로 사료되었다.

## References

- 1) Fletcher SG : Theory and instrumentation for quantitative measurement of nasality. Cleft Palate J. 1970 ;

- 2) Dalston RM : *Using simultaneous photodetection and nasometry to monitor velopharyngeal behavior during speech. J Speech Hear Res. 1989 ; 32 : 195-202*
- 3) Dalston RM, Warren DW : *Comparison of Tonar II, pressure-flow and listener judgement of hypernasality in the assessment of velopharyngeal function. Cleft Palate J. 1986 ; 23 : 108-115*
- 4) Parker AJ, Clark PM, Dawes PJ, et al : *A comparison of active anterior rhinomanometry and nasometry in the objective assessment of nasal obstruction. Rhinology. 1990 ; 28 : 47-53*
- 5) Seaver EJ, Dalstrom RM : *Using simultaneous nasometry and acoustic signals to detect the onsets and offsets of speech. J Speech Hear Res. 1990 ; 33 : 358-362*
- 6) Dalston RM, Warren DW, Dalston ET : *The use of nasometry as a diagnostic tool for identifying patients with velopharyngeal insufficiency. Cleft Palate J. 1990 ; 34 : 11-18*
- 7) Watterson T, Hinton J, McFarlane S : *Novel stimuli for obtaining nasalance measures from young children. Cleft Palate Craniofac J. 1996 ; 33 : 67-73*
- 8) 성명훈, 오승하, 강명구 등 : 비강공명이 한국어 모음에 미치는 음향학적 영향. 대한음성언어학회지. 1991 ; 4 : 24-32
- 9) 홍기환, 김영중, 김영기 : 편도적출술이 음형도 및 비음도에 미치는 영향. 한이인지. 1994 ; 37 : 543-

- 10) Hardy JC : *Cerebral palsy. Englewood Cliffs NJ : Prentice-Hall, 1983*
- 11) Aronson AE : *Nasal respiratory disorders. In AE Aronson(ed.) Clinical voice disorders. New York Thieme : 1985 : 199-247*
- 12) Schnerder E, Shprintzen RJ : *A survey of speech pathologist : Current trends in the diagnosis and management of velopharyngeal insufficiency. Cleft Palate J. 1980 ; 17 : 249-253*
- 13) Rontal E, Rontal M, Rolnick MI : *The use of spectrograms in the evaluation of vocal cord injection. Laryngoscope. 1975 ; 85 : 47-56*
- 14) Yanagihara N : *Hoarseness : Investigation of the physiological mechanism. An Otol Rhinol Laryngol. 1967 ; 76 : 472-488*
- 15) Steven KM : *Spectral prominences and phonetic distinctions in language. Speech commun 1985 ; 4 : 137*
- 16) Wood S : *Role of the pharynx in speech. In Cummings CW et al eds. Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 2nd Ed, St. Louis, CV Mosby, pp1737-1748, 1993*
- 17) Murry T, Bone RC : *Acoustic characteristics of speech following UPPP. Laryngoscope. 1989 ; 99 : 1217-1219*
- 18) 서경식, 김재영, 김영기 : 우리말 모음의 발음시 음형대와 조음위치의 관계에 대한 연구. 대한음성언어학회지. 1994 ; 5 : 44-58