

정상시와 인위적 연인두 폐쇄 부전시 모음에 따른 비음치 연구

연세대학교 언어병리학 협동과정,* 단국대학교 특수교육학과**
연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소***
이성은* · 황민아** · 김세현*** · 최홍식***

= Abstract =

The Effects of Vowel Type on the Nasalance score in Normal Condition and in Simulated VPI Condition

Sung-Eun Lee, M.A.,* Mina Hwang, Ph.D.,**

Se-Heon Kim, M.D.,*** Hong-Shik Choi, M.D.***

Graduate Program in Speech Pathology,* Yonsei University, Seoul, Korea

Department of Special Education,** Dankook University, Seoul, Korea

The Institute of Logopedics & Phoniatrics, Department of Otorhinolaryngology,***
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

The purpose of this study is to examine the effects of vowel type on the nasalance score. Twenty one male adults without VPI produced 5 types of vowels (/a/, /e/, /i/, /o/, /u/) in two conditions-normal and simulated VPI condition. Nasalance scores were measured for each vowel. These data were compared between conditions and among vowel types. The results were as follow : For all vowels, nasalance scores were significantly higher in simulated VPI condition than in normal condition. The two conditions yielded different patterns in terms of the degree of nasalance across the 5 vowels. In normal condition, nasalance scores were higher in front vowels than in medial or back vowels. But in simulated VPI condition, nasalance scores were higher in high vowels than in mid or low vowels.

KEY WORDS : Velopharyngeal incompetence (VPI) · Nasalance score.

서 론

연인두 폐쇄 부전(Velopharyngeal Incompetence) 문제가 있는 환자는 말소리가 비정상적으로 비음화되어

지각되는 과대비성(hypernasality) 문제를 갖게 되며,¹⁾ 이로 인하여 말명료도(Speech Intelligibility)가 낮아진다. 병리적인 말소리를 다루는 임상에서는 과대비성에 관한 치료 여부 및 방향을 결정하고 차후 치료 효과를

논문접수일 : 2002년 5월 30일

심사완료일 : 2002년 6월 10일

책임저자 : 최홍식, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92 연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 이비인후과
전화 : (02) 3497-3461 · 전송 : (02) 3463-4750 E-mail : hschoi@yumc.yonsei.ac.kr

확인하기 위하여, 환자의 과대비성 문제를 정확히 평가하는 것이 중요하다. 과대비성은 본래 청지각적인 개념이기 때문에 잘 훈련된 청자가 과대비성 정도를 수치로 판정하는 방법이 가장 타당하지만, 주관적이라는 결점이 있어 이를 보완하기 위해 보다 객관적인 방법들이 개발되어 왔다.

이 중 비음측정기(Nasometer)는 비음치(Nasalance score), 즉 비강 에너지를 구강 에너지와의 합에 대한 백분율한 값을 측정하는 것으로서 청지각적 판단과 상관관계가 비교적 높아 가장 보편적으로 쓰인다.²⁾ 임상에서는 주로 문장 수준을 검사어로 사용하고 있다. 영어의 경우, Fletcher 등³⁾이 개발한 ‘Zoo passage’, ‘Rainbow passage’, ‘Nasal sentences’이 있고, 한국어의 경우는 홍기환 등⁴⁾이 개발한 ‘토끼 문단’, ‘아가 문단’, ‘엄마 문단’과 최홍식 등⁵⁾이 개발한 ‘아빠 문장’, ‘엄마 문장’이 있다. 이들 문장마다 제시하는 정상 비음치가 조금씩 다른데,⁷⁾⁸⁾ 이는 비음(nasal)이 문장에 포함된 비율과 주로 사용된 모음의 종류가 다르기 때문이다. 일반적으로 자음 중에는 비음, 모음 중에는 /이/ 모음이 포함된 비율이 높을수록 비음치가 높게 나온다고 알려져 있다.⁶⁾ 비음치는 이처럼 검사어의 음운 환경뿐만 아니라 검사어 길이와 피검자의 성별, 나이, 상용하는 방언에 따라서도 달라질 수 있으므로 해석에 주의해야 한다.⁷⁻⁹⁾

모음에 따른 비음치 비교 연구는 검사어를 개발하는데 있어서 기초 연구 과제일 뿐만 아니라, 모음 조음시 연인두 폐쇄가 이루어지는 과정을 이해하는데 있어서도 도움이 된다. 모음에 따른 비음치 양상은 연인두 폐쇄가 이루어지는 과정이 모음의 종류에 따라 조금씩 다르다는 사실을 객관적으로 뒷받침해 주는 자료가 되기 때문이다. 우리 나라의 경우, 국어 모음을 대상으로 모음에 따른 비음치 차이에 대한 연구가 아직까지는 미비한 실정이다. 모음에 따라 비음치가 다르다는 결과만 보고하고 있고,¹⁰⁾¹¹⁾ 모음의 자질과 관련하여 체계적으로 기술하거나 해부적 구조 및 기능과 연관시켜 설명한 연구는 거

의 없다.

이에 본 연구에서는 동일 화자가 정상시와 인위적 연인두 폐쇄 부전시(이하 부전시)의 두 가지 조건에서 모음의 종류에 따라 비음치의 차이가 있는지 알아보려고 하였다. 비음치는 개인의 신체적 특성에 영향을 받을 수 있다는 점을 고려하여 개인간 공명구조의 차이로 인한 오차를 줄이기 위하여 개인내 비교를 하였다.¹²⁾ 연인두 폐쇄 부전 문제가 없는 정상 성인 남자를 대상으로 두 가지 조건, 즉 정상시와 인위적인 연인두 폐쇄 부전시(이하 부전시) /이/, /에/, /아/, /오/, /우/ 모음을 신출하도록 하여 모음간 분석을 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 대상

실험에 참가한 정상 성인 남자 21명의 평균 연령은 만 23.7세(범위 : 19~29세)였으며, 모두 대학교 재학 중 또는 졸업 이상의 학력을 가지고 있었다. 구강이나 비강에 구조적인 이상, 만성 비염이나 축농증 등의 비과적인 질환, 청력, 음성, 발음상의 문제를 가진 사람은 없었다.

2. 검사어

국어의 단모음 중에서 /이/, /에/, /아/, /오/, /우/ 모음을 검사어로 선정하였다. 이 중에서 /이/, /아/, /우/ 모음은 조음시 성도의 좁힘점 위치뿐만 아니라 음향적 특성에서도 극단에 위치한 모음이기 때문에 “point vowel”로 알려져 있다. 조음상으로는 각각 구개, 인두벽, 연구개를 좁힘점으로 하여 산출되는 소리로서, 다른 모음에 비해 구강과 인두강의 변화가 가장 크게 나타나는 소리이다.¹³⁾ 모음에 대한 음성학적 기술은 이호영¹⁴⁾의 기본 모음에 의한 분류 체계(Table 1)를 따랐다.

3. 자료 수집

Nasometer Model 6200과 Cspeech 프로그램(version 3.1)을 연결하여 실험장비를 구성하였다. 먼저 Na-

Table 1. Table of Korean vowels

	Front		Medial		Back	
	Unrounded	Rounded	Unrounded	Rounded	Unrounded	Rounded
High	ㅣ	(ㅑ)			ㅡ	ㅓ
Mid-high	ㅕ	(ㅗ)	(ㅛ :)			ㅜ
Mid-low	ㅗ					
Low			ㅓ		ㅕ	



Fig. 1. A subject with simulated VPI.

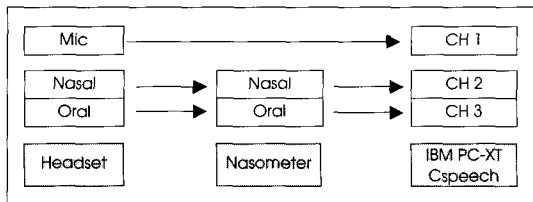


Fig. 2. A schematic representation of the instrumentation used.

someter을 캘리브레이션(calibration)하고 대상자에게 Nasometer에 연결된 헤드셋(headset)을 착용시킨 후, 코와 입술 사이의 판(separation plate)은 입술의 움직임을 방해하거나 코를 막지 않는 위치에 놓고 $90^\circ \pm 15^\circ$ 고정시킨다. 헤드셋의 분리판에서부터 4cm 떨어진 곳에 스탠드 마이크를 고정시키고 Cspeech 프로그램 채널 1로 입력하였다. Nasometer의 출력장치인 nasal 출력부와 oral 출력부를 컴퓨터에 연결하여 각각 Cspeech 프로그램 채널 2와 채널 3에 입력하였다.

검사어를 제시하고 약 2초간 지속하여 소리내게 하여 녹음하였다. 이 때 대상자에게 자신에게 가장 자연스러운 강도(loudness)와 음도(pitch)로 소리내게 하였다. 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)를 알아보기 위하여 모든 대상자에게 각각 2회씩 반복하게 하였다. 녹음이 끝나면 Nelaton tube(8 Fr^o)를 이용하여 연구개를 당겨서 인위적인 연인두 폐쇄 부전을 유도한 상태에서 상기 과정을 다시 반복하여 녹음하였다.

4. 자료 분석

Nasometer의 nasal 출력부인 채널 2와 oral 출력부인 채널 3에 입력된 신호를 안정구간에서 최대 진폭(amplitude)을 측정된 후, 비음치를 구하는 공식에 넣어 계

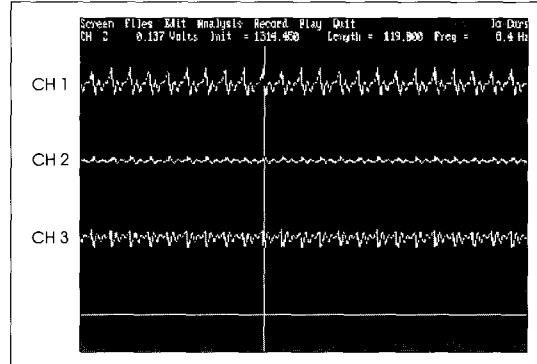


Fig. 3. An example of /i/ vowel on cspeech program.

산하였다.

$$\text{비음치}(\%) = \frac{\text{채널 2에서의 최대 진폭 평균값}}{\text{채널 2와 채널 3에서의 최대 진폭 평균값의 합}} \times 100$$

5. 통계 분석

SPSS 통계 프로그램(version 10.0)을 이용하였다. 동일 화자의 정상시와 부전시 비음치 차이가 있는지 알아보기 위하여 paired t-test로 분석하였다. 정상시와 부전시, 각각의 경우 비음치의 모음간 차이가 있는지 알아보기 위하여서는 반복 측정 분산 분석(repeated measures analysis of variance)으로 분석하였다. 대상자 내 신뢰도(Intrasubject reliability) 중 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)를 측정하기 위하여 피어슨 상관분석(Pearson correlation)을 실시한 결과, 정상시와 부전시 각각 0.805, 0.850의 높은 상관관계를 나타내었다.

결 과

1. 조건에 따른 비음치 차이

정상시와 부전시의 비음치 차이가 있는지 비교한 결과, 모든 모음에서 유의한 차이가 나타났다(Table 2). 모든 모음에서 부전시의 비음치가 높아서 인위적인 연인두 폐쇄 부전이 성공적으로 이루어졌음을 나타내었다(Fig. 4).

2. 정상시 모음에 따른 비음치 차이

정상시 비음치 평균은 모음에 따라 유의한 차이가 나타났다($F_{4,80}=39.137, p<.001$). 사후검증 결과, /i/-/a/, /i/-/o/, /i/-/u/, /e/-/a/, /e/-/o/, /e/-/u/

간에 유의한 차이가 나타났다. /이/-/에/와 같이 전설모 음간이거나, /아/-/오/, /아/-/우/, /오/-/우/와 같이 중·후설모음간에는 유의한 차이가 없었다. 즉 정상시 비음

Table 2. Means and standard deviation of nasalance scores for each condition & results of planned comparison between conditions (N=21)

Vowel type	Normal condition	Simulate VPI condition	df	t
/i/	49.8±19.3	69.7±15.8	20	-5.684*
/e/	39.2±16.5	52.8±11.5	20	-4.373*
/a/	30.6±12.0	47.7±11.4	20	-8.137*
/o/	21.5±13.5	52.3±11.6	20	-12.436*
/u/	23.2±13.1	63.2±10.7	20	-15.649*

unit : percent (%) * : p<.001

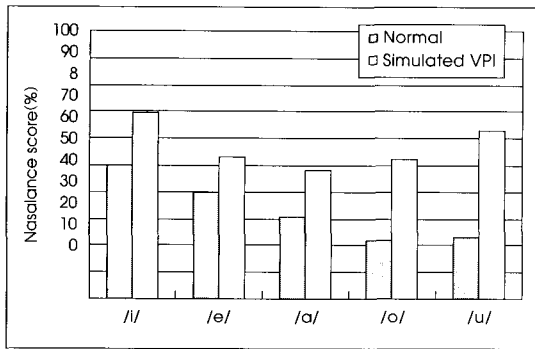


Fig. 4. Nasalance scores in two conditions.

Table 3. Results of planned comparison among vowel types in normal condition

	/i/	/e/	/a/	/o/	/u/
/i/		3.434	5.688*	14.500*	10.513*
/e/			5.168*	6.477*	4.802*
/a/				3.419	2.382
/o/					-1.258
/u/					

* : p<.001

Table 4. Results of planned comparison among vowel types in simulated VPI condition

	/i/	/e/	/a/	/o/	/u/
/i/		7.696*	6.801*	8.588*	3.432
/e/			2.620	.224	-5.148*
/a/				-1.892	-6.726*
/o/					-7.852*
/u/					

* : p<.001

치는 전설모음(/이/, /에/)이 중·후설모음(/아/, /우/, /오/)보다 유의하게 높았다(Table 3).

3. 부전시 모음에 따른 비음치 차이

부전시 역시 비음치 평균이 모음에 따라 유의한 차이가 나타났다($F_{4,80}=33.559, p<.001$). 사후검증 결과, /이/-/에/, /이/-/아/, /이/-/오/, /에/-/우/, /아/-/우/, /오/-/우/간에 유의한 차이가 나타났다. /이/-/우/와 같이 고모음간이거나, /에/-/아/, /에/-/오/, /아/-/오/와 같이 중·저모음간에는 유의한 차이가 없었다. 즉 부전시 비음치는 고모음(/이, 우/)이 중·저모음(/에, 오, 아/)보다 유의하게 높았다(Table 4).

고 찰

정상시와 부전시 조건에 따른 비음치는 모든 모음에서 유의한 차이가 있었고, 조건별로 모음의 종류에 따라 양상이 다르게 나타났다. 정상시 비음치는 전설모음인 중·후설모음보다 유의하게 높고(/이/, /에/ > /아/, /우/, /오/), 부전시 비음치는 고모음이 중·저모음보다 유의하게 높았다(/이/, /우/ > /에/, /오/, /아/). 이와 같은 결과는 기존의 많은 연구 결과와 일치함을 살펴볼 수 있다. 권태호 등¹⁰⁾과 김현기 등¹¹⁾은 /이/, /에/, /아/, /우/ 모음 연장 발생시, 정상군의 경우는 /이/, /아/, /에/, /우/ 모음 순으로 비음치가 높다고 보고하였다. 이 때 /아/ 모음과 /에/ 모음의 비음치가 차이가 별로 없었다는 점을 감안한다면, 정상시 전설모음이 후설모음보다 비음치가 높다는 본 연구 결과와 거의 일치함을 알 수 있다. 또한 구개열 환자의 경우는 /이/, /우/, /에/, /아/ 모음 순으로 비음치가 높다고 보고한 것은 부전시 고모음이 저모음보다 비음치가 높다는 본 연구 결과와도 일치한다. 김민정 등⁶⁾은 정상 성인을 대상으로 문장 단위에서 모음에 따른 비음치를 비교한 결과, /이/, /아/, /우/ 문장의 순으로 비음치가 높다고 보고하였다. 이는 모음 연장 발생에서 나타나는 비음치 순위 양상이 문장 수준에서도 적용되어 나타난 결과라 할 수 있다.

모음에 따른 비음치 차이에 관한 결과는 구개열 환자의 비음도(nasality)에 관한 청지각적 연구 결과와도 일치한다. McWilliams 등¹⁵⁾은 구개열 환자의 경우 모음 중에서 /i/, /u/ 모음이 구강과 비강의 “acoustic coupling”에 영향을 가장 많이 받는다고 지적하였다. 또한

Hess,¹⁶⁾ Spriestersbach 등,¹⁷⁾ Carney 등¹⁸⁾은 구개열 환자가 모음을 산출할 때 저모음보다 고모음이 더 비음화된 것으로 지적된다고 하였다.¹⁾ Moore 등¹⁹⁾도 역시 청지각적으로 /i/, /u/, /a/ 모음 순으로, 즉 고모음이 저모음보다 비음화 정도가 더 심하게 지적된다고 하였다.

정상인과 연인두 폐쇄 부전 환자간에 비음치가 모음에 따라 다른 양상을 보이는 원인에 대해 고찰하면 다음과 같다. 구개열 환자가 모음을 산출할 때 고모음이 비음치가 높은 이유에 대하여 Kummer²⁰⁾는 모음 조음시 연인두 폐쇄가 이루어지는 지점이 저모음보다 고모음이 높기 때문이라고 설명하였다. 구개열 등으로 인한 연구개 부위 결함 환자에게는 연인두 폐쇄가 저모음보다 고모음 조음시 더 어렵기 때문에 고모음에서 비음치가 더 높게 나타난다고 설명하였다. 고모음이 저모음보다 연인두 폐쇄 위치가 높다고 보고된 Moll²¹⁾과 Bzoch²²⁾ 등의 여러 연구 결과는 Kummer²⁰⁾의 주장을 뒷받침할 수 있다. 우리나라 연구에서도 서경식 등²³⁾은 단어 수준에서 모음 발음시 연구개 운동을 “videovelopharyngogram”과 측면 X선을 통해 분석한 결과, 연인두 폐쇄시 연구개 상승 정도가 모음의 높이와 관련있음을 보고하였다. 고모음인 /i/, /u/, /o/ 모음이 다른 모음에 비해 통계적으로 유의하게 높고 그 다음으로 중모음인 /e/, /e/ 모음이 중간 정도이고, 저모음인 /a/ 모음이 가장 낮았다고 보고하였다.

정상시 즉, 연인두 폐쇄가 정상적으로 이루어지는 경우에 비음치가 부전시와 다른 양상을 보이는 것에 대해서는 구체적인 논의가 거의 없다. 부전시는 연구개 부위 결함이 있어서 연구개 상승 정도와 모음에 따른 비음치 차이를 관련지어 설명하는 것이 무리 없어 보이지만, 정상시에는 연구개 부위 결함이 없기 때문에 연구개 상승 정도와 관계없이 연인두 폐쇄가 적절하게 이루어지므로 연구개 상승 정도 외에 모음 조음시 연인두 부위 움직임에 대한 다른 측면을 살펴보아야 한다. 정상시 후설모음이 전설모음에 비해 비음치가 낮은 것에 대해서 서경식 등²³⁾의 연구를 토대로 연인두 폐쇄시 연구개와 인두후벽간의 접촉길이의 관련성을 제기해 볼 수 있다. 서경식 등은 후설모음인 /u/, /o/ 모음을 조음할 때가 다른 모음 조음시보다 연구개와 인두후벽간의 접촉길이가 통계적으로 유의하게 길다고 보고하였다. 연구개와 인두후

벽간의 접촉길이가 길다는 것은 연인두 폐쇄가 더욱 잘 이루어질 수 있다는 것을 뜻하므로, 접촉길이가 긴 후설모음이 전설모음에 비하여 비음치가 낮은 이유를 설명할 수 있다. 또한 접촉길이가 길다는 것은 연인두 폐쇄 시간이 상대적으로 길 가능성도 있어서, 접촉길이가 길수록 연인두 폐쇄가 잘 이루어진다는 가정을 더욱 뒷받침한다.

이상을 토대로 /i/ 모음이 정상시와 부전시 모두 비음치가 가장 높고, /a/ 모음과 /u/ 모음이 정상시와 부전시 비음치 순위에서 차이가 나게 되는 이유를 제시하면 다음과 같다. 전설 고모음인 /i/ 모음의 경우, 정상시에는 연구개와 인두후벽간의 접촉길이가 짧아서 연인두 폐쇄가 후설모음에 비해 덜 이루어지므로 비음치가 가장 높다. 또한 부전시에는 연구개 부위 결함이 있어 연구개 목표 상승 정도에 이르지 못하여 연인두 폐쇄가 저모음에 비해 덜 이루어지므로 비음치가 가장 높다. 중설 저모음인 /a/ 모음의 경우, 정상시에는 연구개와 인두후벽간의 접촉길이가 /i/ 모음과 /u/ 모음의 중간 길이이므로 비음치도 역시 /i/ 모음과 /u/ 모음의 비음치 사이에 있다. 그러나 부전시에는 연구개 목표 상승 정도가 낮은 저모음이므로 목표 상승 정도가 높은 고모음보다는 연구개 폐쇄가 어느 정도 이루어질 수 있기 때문에 비음치가 고모음에 비해 낮다. 후설 고모음인 /u/ 모음의 경우, 정상시에는 연구개와 인두후벽간의 접촉길이가 가장 길어서 연인두 폐쇄가 가장 잘 이루어지므로 비음치가 가장 낮다. 그러나 부전시에는 연구개 목표 상승 정도가 높은 고모음이므로 저모음 /a/ 모음보다 비음치가 높게 된다.

후설 고모음인 /u/ 모음이 정상시에는 비음치가 가장 낮지만, 부전시에는 비음치가 /i/ 모음과 비슷한 수준으로 높다는 사실은 /u/ 모음이 과대비성을 평가할 때 매우 유용한 모음이 될 수 있다는 것을 시사한다. 그런데 외국 연구에서 /u/ 모음보다 /i/ 모음과 /a/ 모음의 비교가 주를 이루고 있는 이유는 /a/ 모음이 /u/ 모음과 전후자질이 같은 후설모음이기 때문인 것으로 여겨진다. 영어에서 /i/ 모음은 전설 고모음, /a/ 모음은 후설 저모음으로서 모음의 전후자질 또는 높이자질 모두에서 대립되므로 유용한 쌍으로 비교되어 왔다. 그러나 이 두 모음에서 차이가 나타날 경우에 전후자질 또는 높이자질 중 어느 자질에 의한 차이인지를 구별하기 어려운 점이 있으며, 주로 전후자질이 간과되고 높이자질이 부각되어

¹⁾McWilliams¹⁵⁾에서 재인용.

온 편이었다. 한편, 국어 /아/ 모음은 영어 /a/ 모음과는 달리 중설모음이기 때문에 영어에서 기술하기 어려운 점을 해결할 수 있다. 그러나 /우/ 모음은 원순모음이므로 평순모음에 비해 헤드셀을 착용하고 조음하기에 다소 자연스럽지 못한 제약점을 가지고 있어서, 비음치 평가시 /우/ 모음의 유용성에 관해서는 더 많은 논의가 필요하리라 생각된다.

이 연구는 모음의 종류가 비음치에 영향을 미친다는 것을 모음의 음성학적 분류체계에 따라 구체적으로 기술하였고, 정상인과 연인두 폐쇄 부전 환자간에 모음에 따른 비음치 양상이 다를 수 있다는 점을 지적한 데 의의가 있다. 한편, 실험 재료와 방법적인 측면에서 몇 가지 제한점을 지적할 수 있다. 본 연구의 결과치 중 비음치는 비음측정기를 이용하여 측정된 수치가 아니라 검사자가 음성신호를 직접 분석하고 계산하여 얻은 수치라는 점에서 기존 연구와의 직접적인 수치 비교에 제한점이 있었다. 비음측정기를 통해 비음치를 구하지 않은 이유는 대상자가 발성한 모음에 대해 비음치와 포먼트를 동시에 측정하기 위해서는 실험장비 구성에 있어서 제한이 있었기 때문이다. 그래서 수치적 비교 해석보다는 모음간의 상대적 순위 비교를 하였다는 점을 밝혀둔다. 그리고 본 실험에서는 연인두 폐쇄 부전 유도시 중증도(severity)를 통제하지 않았지만, 후속연구에서는 중증도와 관련된 청각각적인 연구가 함께 병행되어야 할 것이라 사료된다.

결 론

정상 성인을 대상으로 인위적 연인두 폐쇄 부전을 유도하여 산출하게 한 모음의 비음치를 정상시와 비교한 결과, 모든 모음에서 정상시보다 부전시 유의하게 높았다. 모음에 따른 비음치 차이는 조건별로 다른 양상을 보였는데, 이는 모음의 분류체계에 따라 기술될 수 있었다. 정상시는 모음의 전후자질에 따라 전설모음이 후설모음보다 비음치가 높았고, 부전시는 모음의 높이자질에 따라 고모음이 저모음보다 비음치가 높았다. 이상의 결과는 조음시 연인두폐쇄 양상이 모음에 따라 다르기 때문으로 설명될 수 있다. 따라서 비음치를 이용하여 과대 비성을 평가할 때, 다양한 모음 환경을 고려해야 할 것으로 사료된다.

중심 단어 : 연인두 폐쇄 부전 · 비음치.

References

- 1) Boone DR, McFarlane SC : *The voice and voice therapy. 5th ed. Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1994*
- 2) Fletcher SG : *Nasalalance vs listener judgements of nasality. Cleft Palate J. 1976 ; 13 : 31-44*
- 3) Fletcher SG, Adams LE, McCutcheon JJ : *Cleft palate speech assessment through oral-nasal acoustic measures. In : Bzoch KR, editor. Communicative disorders related to cleft lip and palate. 3rd ed. Boston : Little, Brown, 1989 : 246-257*
- 4) 홍기환 · 김영중 · 김영기 : 편도적출술이 음형대 및 비음도에 미치는 영향. *한이인지. 1994 ; 37 (3) : 543-552*
- 5) 최홍식 · 박용재 · 김광문 : 진동 센서를 이용한 객관적 비강공명 측정 장치의 개발 및 그 임상적 이용. *대한음성언어지. 1995 ; 6 (1) : 46-55*
- 6) 김민정 · 심현섭 · 최홍식 : 음운 환경과 검사어 길이가 정상 성인의 비음치에 미치는 영향. *언어청각장애연구. 2000 ; 5 (2) : 91-105*
- 7) Watterson T, Lewis KE, Foley-Homan N : *Effect of stimulus length on nasalalance scores. Cleft Palate-Craniofac J. 1999 ; 36 (3) : 243-247*
- 8) Seaver EJ, Dalston RM, Leeper HA, Adams LE : *A study of nasometric values for normal nasal resonance. J Speech Hear Res. 1991 ; 34 (4) : 715-721*
- 9) Dalston RM, Neiman GS, Gonzalez-Landa G : *Nasometric sensitivity and specificity : A cross-dialect and cross-culture study. Cleft Palate-Craniofac J. 1993 ; 30 (3) : 285-291*
- 10) 권태호 · 신효근 : 구개열환자에 있어서 과비음에 관한 음성언어의학적 연구. *대한구강악안면외과학회지. 1994 ; 20 (3) : 319-333*
- 11) 김현기 · 고도홍 · 신효근 · 홍기환 · 서정환 : 마비성 조음장애, 편도 비대, 비폐쇄 및 구개열 환자의 실험 임상 음성학적 연구. *음성과학. 1997 ; 2 : 67-88*
- 12) 성명훈 · 오승하 · 강명구 · 고태용 · 김광현 · 김진영 : 비강 공명이 한국어 모음에 미치는 음향학적 영향. *대한음성언어지. 1991 ; 4 (1) : 24-32*
- 13) 오영자 · 지민제 · 김영태 : 청각장애아동과 건청아동의 모음 및 파열음 산출의 음향학적 특성 비교. *음성과학. 2000 ; 7 (2) : 51-70*
- 14) 이호영 : *국어 음성학. 태학사, 1996*
- 15) McWilliams BJ, Morris HL, Shelton RL : *Cleft palate speech. 2nd ed. Philadelphia : B.C. Decker Inc, 1990*

- 16) Hess DA : *Pitch, intensity and cleft palate voice quality. J Speech Hear Res. 1959 ; 2 : 113*
- 17) Spriestersbach DC, Powers GR : *Nasality in isolated vowels and connected speech of children with cleft palates. J Speech Hear Res. 1959 ; 2 : 40-45*
- 18) Carney PJ, Sherman D : *Severity of nasality in three selected speech tasks. J Speech Hear Res. 1971 ; 14 : 396-407*
- 19) Moore WH, Sommers RK : *Phonetic contexts : their effects on perceived nasality in cleft palate speakers. Cleft Palate J. 1973 ; 10 (1) : 72-83*
- 20) Kummer AW : *Cleft palate and craniofacial anomalies : effects on speech and resonance. San Diego : Thomson Learning Inc, 2001*
- 21) Moll KL : *Velopharyngeal closure on vowels. J Speech Hear Res. 1962 ; 5 : 30-37*
- 22) Bzoch KR : *Variations in velopharyngeal valving : The factor of vowel changes. Cleft Palate J. 1968 ; 5 : 211-218*
- 23) 서경식 · 김광문 · 정태섭 · 이현복 · 김재영 · 김영호 : *우리말 모음의 발음시 연구개 운동과 조음위치에 관한 연구. 한이인지. 1993 ; 36 : 381-392*