

무후두음성의 말 명료도와 모음 공간 특성

Speech Intelligibility and Vowel Space Characteristics of Alaryngeal Speech

심 희 정¹⁾ · 장 효 령²⁾ · 고 도 흥³⁾

Shim, Hee-Jeong · Jang, Hyo-Ryung · Ko, Do-Heung

ABSTRACT

This study is aimed at finding out different types of speech characteristics categorized based on voice rehabilitation techniques used on twenty-six patients (all-male) with total or partial laryngectomees. The speech intelligibility of standard esophageal (SE), tracheoesophageal speech (TE), and electriclarynx (EL) was measured by using the CSL and eleven listeners were instructed to rate the speech on a 5-point scale. The vowel space parameters such as vowel space, VAI, FCR, and F2 ratio were measured by averaging 5 repeats of each vowel (/a/, /e/, /i/, /u/) and the results were put into the parameter formula. The results showed significant statistical differences in speech intelligibility and vowel space between SE and TE. The speech intelligibility and vowel space of TE were higher than those of SE or EL and there was a high correlation between speech intelligibility and some parameters (vowel space, VAI, F2 ratio). The results also showed that TE's speech characteristics were most similar to normal groups comparing with SE and EL, but still very deviant in laryngeal speech. This was due to insufficient airflow intake into the esophagus when producing sounds, and because articulation movement was carried out differently among groups. Therefore, these findings will contribute to establishing a baseline related to speech characteristics in voice rehabilitation for patients with alaryngeal speech.

Keywords: esophageal speakers, tracheoesophageal speakers, electroacoustical aid, speech intelligibility, vowel space

1. 서론

최근 보건복지부의 '4대 중증질환 건강보험 확대' 정책에 따라 암 질환에 대한 관심이 대두되고 있다[1]. 2012년 중앙암 등록본부 자료에 의하면, 2010년 국내에서 연 202,053건의 암이 발생되었으며, 그 중 후두암은 1,444건으로 전체 암 발생의 0.6%를 차지한다고 하였다.

후두암(larynx cancer)은 과도한 흡연 및 음주, 공기오염 등을 주된 요인으로, 목소리 변화(쉰 목소리), 혹의 만져짐, 이물

감, 삼킴 문제, 통증 등을 보이며, 암의 위치 및 범위/전이 여부에 따라 1, 2, 3, 4기로 나뉜다[2]. 후두암의 치료방법은 1, 2기에 경우, 수술이나 방사선치료 중 하나를 시행하고, 3, 4기에는 외과적 수술과 방사선치료를 병행해야 한다. 수술은 후두전적출술(total laryngectomy)과 후두부분적출술(partial laryngectomy)로 나뉘며, 수술 후 후두 및 성대 구조에 일부 또는 전체의 소실로 인해 정상적인 발성이 불가능해져 음성 및 삼킴 재활의 필요성이 요구된다.

후두적출술 후 음성재활 방법은 크게 세 가지가 있다. 먼저, 식도발성(standard esophageal, SE)은 식도를 통해 공기를 벨으며 인두-식도 부위(pharyngo-esophageal segment, PES)의 진동을 통해 발성하는 방법으로, 습득이 다소 어려우나 숙련될 경우 음질, 크기, 음높이 등도 조절가능하다. 두 번째, 기관 식도발성(tracheoesophageal speech, TE)은 기관과 식도에 연결 통로(누공)를 만들어 식도로 공기를 끌어와 식도괄약근을 진동하여 발성하는 방법으로, 정상인과 유사한 발성이 가능하나 수술이 복잡하고 발성 시 누공을 막아야 목소리가 유지되는

1) 한림대학교 대학원, amy2020@hallym.ac.kr

2) 한림대학교 대학원, gyufid0601@hanmail.net

3) 한림대학교 언어청각학부, dhko7@hallym.ac.kr, 교신저자
이 논문은 2012년도 한림대학교의 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

접수일자: 2013년 11월 15일

수정일자: 2013년 12월 3일

게재결정: 2013년 12월 11일

단점이 있다. 마지막으로, 전기인공후두(electric larynx, EL)는 진동기(vibrator)를 턱 밑에 대고 발성하는 방법으로, 발성학습 없이 바로 적용가능하나 단조로운 기계음(monotone)을 낸다는 제한이 있다.

위와 같은 음성재활에도 불구하고, 후두적출자는 정상적인 발성기관의 부재로 말 명료도 (speech intelligibility) 및 모음 공간(vowel space), 음질, 강도, 음높이, 말속도, 공명 및 호흡 등의 저하에 의해 의사소통(communication) 측면에 제한을 갖는다. 말 명료도 및 모음 공간은 화자의 발성과 관련된 가장 두드러지는 집합체이며, 청자가 이해하는 최종단계로써 후두적출자의 제한점으로 확연히 드러난다.

후두적출자의 말 특성에 관한 국내외연구들은 음성언어학적 측면에서 말 명료도 연구가 주를 이루었다[3-10]. 식도발성 화자는 정상군에 비해 통계적으로 유의미하게 낮은 명료도를 보였으며[3], 조음특성을 살펴본 결과 조음방법 측면에서 마찰음, 조음위치 측면에서 치경음, 발성유형에서 유기음의 명료도가 낮았다. 이것은 후두적출로 인한 성도변형과 음원변화로 음의 강도와 발성시간이 감소된 결과라고 하였다[4]. 마찰음 또는 유기음의 명료도가 낮았다는 결과는 다른 선행연구들을 통해서도 살펴볼 수 있었다. 기관식도발성화자와 식도발성화자의 명료도를 비교한 연구에서 기관식도발성화자는 마찰음 명료도가 낮았고, 식도발성의 경우는 비음과 마찰음의 명료도가 낮았다고 보고하였으며[5], 기관식도발성화자의 초/중/종성 위치의 자음의 명료도를 살펴본 결과, 초성에서 무성음과 마찰음에서 낮은 명료도를 보였다고 하였다[6]. 이와 반대로 기관식도발성화자의 마찰음과 파찰음의 유성/무성음소 명료도에서는 마찰음의 오류가 빈번했으나, 유성음 산출에 오류를 보였다고 하여 위의 선행연구와는 다른 결과를 제시하기도 하였다[7]. 유일하게 음성재활유형 세 그룹 간에 자음정확도를 비교한 연구에서도 기관식도발성화자의 자음정확도가 높았고, 유음, 마찰음의 명료도가 낮았다고 보고하였다[8]. 식도발성화자의 숙련도를 고려한 연구에서 또한 숙련된 식도발성화자일수록 자음명료도가 유의미하게 높았으며, 숙련군은 치조음, 비숙련군은 유음 및 비음에 오류가 빈번했으며, 유기음 산출에서 공통적으로 낮은 명료도를 보고하였다[9]. [10]은 기관식도발성, 숙련된 식도발성, 숙련되지 않은 식도발성, 정상화자의 명료도를 비교하였으며, 정상화자의 명료도가 제일 높았고, 숙련되지 않은 식도발성화자가 제일 낮았으며, 기관식도발성화자의 경우는 숙련된 식도발성화자들 보다도 용인도(acceptability)가 통계적으로 유의하게 높다고 하여 국내외적으로 후두적출자의 말 명료도에 관한 연구 결과는 비슷한 양상을 나타냈다.

위와 같이 말 명료도에 관한 주관적 평가와 더불어 최근에는 이를 객관적으로 살펴보는 ‘모음 공간 면적’에 대한 측정이 병행되고 있다[11-15]. 모음 공간은 성도와 혀의 위치를

고려하여 성도의 포먼트 주파수(formant frequency)를 2차원의 좌표로 수치화시키므로, 말 명료도가 모음 공간 면적과 밀접한 관계가 있음을 말해준다[11]. 모음 공간 면적 및 조음과 관련된 파라미터는 조음 움직임 측정에 사용되는 공식 VAI(vowel articulatory index)[14]와, VAI와 역수관계로 모음 중앙화에 민감도를 최대화하고 화자 간의 변수에 대한 민감도는 최소화하기 위해 고안된 공식인 FCR(formant centralization ratio)[15], 마지막으로 혀의 전후 움직임과 입술의 원순성에 관해 민감하게 반응할 수 있는 공식인 F2 ratio가 있다[15]. 위와 같은 세 가지 파라미터를 통해 화자의 조음움직임과 오류를 간접적으로 해석할 수 있다. 또한 청자의 이해정도는 모음 공간 면적에 따라 달라질 수 있으며[12], 모음 공간 면적의 객관적인 분석결과가 말소리 평가의 청지각적 평가의 신뢰성을 뒷받침해 주는 근거를 제시한다고 하여 모음 공간 면적과 명료도의 상관성이 강조되고 있다[13]. 후두적출환자의 발성유형 집단 별 모음 공간 면적을 제시한 연구는 부재하였으나, 포먼트 주파수를 살펴본 몇몇 연구가 진행되어왔다[10, 23]. [10]은 식도발성군과 기관식도발성군의 음향학적, 청지각적 음성 특성을 살펴본 결과, 집단 별 기본주파수(F0)와 용인도 간의 상관성을 확인하였고, [23]은 기관식도발성군의 객관적, 주관적 음성 특성을 살펴본 결과, F1과 F2가 말 명료도와 상관성이 있다는 결론을 도출하여 후두적출환자의 말 명료도와 모음 공간 면적에 상관성에 관한 근거를 제시하였다.

지금까지 후두적출자의 말 명료도와 모음 공간에 관련된 국내외 연구들을 살펴보았다[3-15]. 그 결과, 후두적출환자의 말 명료도에 관한 연구는 제한적이었으나 유사한 결론 및 논의를 보였으며, 선행연구들의 경우 소수의 대상자가 대부분 특정 화자들에게 맞춰 이루어졌고, 명료도의 객관적인 수치인 모음 공간 특성을 살펴본 연구의 필요성을 알 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 후두적출 후 음성재활 유형인 식도발성, 기관식도발성, 전기인공후두 화자의 말 명료도와 모음 공간 특성의 다방면적인 이해와 더불어 그들을 위한 음성재활 접근 및 효율적인 임상적 중재 방안에 기초가 되는 자료를 제공하기 위해, 후두적출자를 대상으로 집단 간에 말 명료도, 모음 공간 관련 객관적 수치를 비교 분석하고자 한다.

본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

- 첫째, 집단(식도발성군/기관식도발성군/전기인공후두군)에 따른 말 명료도에 차이가 있는가?
- 둘째, 집단(식도발성군/기관식도발성군/전기인공후두군)에 따른 모음 공간과 관련된 파라미터에 차이가 있는가?
- 셋째, 집단(식도발성군/기관식도발성군/전기인공후두군)에 따른 말 명료도와 모음 공간 파라미터 간 상관성이 있는가?

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

2.1.1 화자

본 연구는 서울, 전주, 부산지역 병원의 음성재활실을 이용하는 후두적출술을 받은 환자 35명(M=32, F=3)을 대상으로 하였다. 대상자는 후두암으로 인해 전체 또는 부분 후두적출을 한 40~80대로, 시각·청각 및 언어문제가 없는 화자를 대상으로 하였으며, 이들에 대한 배경정보는 <표 1>에 제공하였다. 35명의 대상자 중 9명은 발성 및 발화의 어려움으로, 본 연구에서 측정하고자 하는 명료도 및 모음 공간 파라미터에 신뢰로운 측정치를 제공하지 못하여 제외되어, 총 26명의 환자를 대상으로 하였다.

표 1. 대상자 특성

Table 1. Characteristics of subjects

	식도 발성군	기관식도 발성군	전기 인공후두군
전체 수	18 (M=18)	4 (M=4)	4 (M=4)
평균연령	69.2±11.3	77.0±5.7	75.0±8.7
숙련 기간	9.97±6.23	8.5±2.65	9.5±5.74
수술 유형	후두 전체 또는 부분적출		
수술원인	후두암(성대암, 하인두암)		

2.1.2 청자

본 연구의 청지각검사를 위해 식도발성화자의 음성을 들이본 적 없는 ○○대학교 대학원생 11명의 청자를 대상으로 하였다. 청자는 26명 환자의 음성을 한번 씩 듣고 말 명료도(평정법-5점 척도)에 관한 자료분석을 실시하였다.

2.2 검사 도구

KAY PENTAX사의 CSL프로그램(MODEL 4150B)이 탑재된 데스크탑에 지향성 마이크(SHURE set의 SM48 마이크)를 연결하여 샘플링속도 (sampling rate) 11,000Hz로 녹음 및 디지털화하였다.

2.3 검사 절차

본 연구에서 환자군 음성 녹음은 병원 내 조용한 곳에서 실시하였으며, 의자와 책상이 배치된 공간에서 환자와 마주보는 상태로 음성녹음을 실시하였다. 음성 녹음 시, 마이크는 화자의 입과 10cm 떨어진 위치에서 90도 각도로 고정된 마이크로 녹음하였다. 또한 화자에게 최대한 편안하고 자연스러운 상태에서 산책문장의 첫 문장 읽기와 꼭지모음 /아/, /애/, /이/,

/우/를 5회 2초간 연장발성 하였다. 글 자료는 문장이 적힌 코팅된 종이로 제시되었다.

2.4 자료 분석

2.4.1 말 명료도

말 명료도분석은 주관적 평가인 5점 척도(0-4점)로 하였으며, 청자에게 척도에 관한 분석절차 및 작성방법에 대해 알려준 뒤 배경소음이 40dB를 넘지 않는 학교 내 음성학실습실에서 실시하였다. 분석절차는 청자에게 KAY PENTAX사의 CSL 프로그램(MODEL 4150B)을 사용하여 녹음된 음성을 1회씩 들려준 뒤, 음성의 전반적인 이해가능도를 5점 척도로 표시하도록 하였으며, 그 내용은 <표 2>에 제시하였다 (0점-정상, 1점, 2점, 3점, 4점-가장 심함). 또한 각 척도에 해당하는 대표 음성샘플을 들려준 뒤 실시하도록 하였다.

표 2. 5점 척도 (STAND 말 명료도 척도)

Table 2. 5-point scale (STAND speech intelligibility scale)

0점 정상	말을 알아듣는데 전혀 어려움 없음
1점 경도	발음은 불분명하나 알아듣는 데에는 지장이 없음
2점 중도	발음이 불분명하여 알아들을 수 있는 부분과 알아듣기 어려운 부분이 혼재함
3점 심도	발음이 매우 불분명하여 거의 알아들을 수 없음
4점 극심도	말을 전혀 안하거나 못함

2.4.2 모음 공간

모음 공간 분석은 환자가 모음을 1회 연장 발성한 샘플마다 모음 안정구간의 기준으로 모음의 시작부에서 약 1/3 지점 이면서, 모음 부분에 안정적으로 펄스 신호(pulse bar)가 생기고, 포먼트, 강도 그리고 피치선이 일정하게 수평이 되는 부분을 분석하였다. 모음자료 처리는 각 모음별 5회 반복한 값을 평균 처리하여 통계에 적용시켰다. 분석 파라미터는 모음 공간 파라미터 비교 연구에 근거하여 다음과 같은 파라미터를 적용하였으며, <표 3>에 목록을 제시하였다 [16].

표 3. 파라미터 목록

Table 3. List of parameters

모음 면적 공식	모음/이-애-아-우/ 사각형 면적 Area ₄ = 1/2[(F2 _이 *F1 _애 +F2 _애 *F1 _아 +F2 _아 *F1 _우 +F2 _우 *F1 _이)-(F1 _이 *F2 _애 +F1 _애 *F2 _아 +F1 _아 *F2 _우 +F1 _우 *F2 _이)]
비율 관련 공식	VAI = (F2 _이 +F1 _아)/(F1 _이 +F1 _우 +F2 _우 +F2 _아) FCR = (F2 _우 +F2 _아 +F1 _이 +F1 _우)/(F2 _이 +F1 _아) F2 ratio = F2 _이 /F2 _우

2.5 통계 분석

발성유형 집단 간 말 명료도와 모음 공간 차이를 보기 위해 SPSS(version 19.0)을 사용하여 집단을 변인으로 하는 Kruskal-Wallis 검정과, 사후검정으로 Mann-Whitney를 사용하였다. 수집된 통계치는 정규분포로 가정하기 어렵기 때문에 비모수 통계분석법을 적용하였다. 측정값은 M±SD로 나타내었으며, p값이 .05 이하인 경우를 통계적으로 유의한 차이가 있다고 평가하였다. 또한 말 명료도와 모음 공간 파라미터 간의 상관성을 살펴보기 위해 상관분석을 실시했으며, 정규성을 만족하지 않아 Spearman 서열상관관계분석을 사용하였다.

2.6 신뢰도

자료분석에 대한 신뢰도 검증을 위해 언어병리학을 전공하는 대학원생 2명에게 검사 절차, 기록 방법, 분석 방법을 설명한 뒤, 전체 자료의 20%, 6개의 음성샘플을 임의로 선정하여, 명료도의 경우, 발화를 듣고 척도를 표시하도록 하였고, 모음 공간의 경우, CSL main program을 사용하여 포먼트 주파수를 분석하도록 하였다. 명료도에 대한 검사시간 신뢰도는 정규성을 만족하지 못하여 Spearman 상관분석 결과, 평균 88.9%로 나타났고, 모음 공간에 대한 검사시간 신뢰도는 (측정자가 측정한 F1 또는 F2 평균치 / 연구자가 측정한 F1 또는 F2 평균치)*100로 측정자간 신뢰도는 평균 96.74%로 나타났다.

3. 연구 결과

3.1 발성유형 집단 간 말 명료도 분석

발성유형 집단 간 말 명료도 차이를 살펴보기 위해 Kruskal-Wallis 검정을 실시한 결과, 집단 간에 말 명료도에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 그 결과는 <표 4>와 같다. Mann-Whitney를 사용한 사후검정 결과, 식도발성군과 기관식도발성군에서만 유의한 차이가 있었으며, 말 명료도는 기관식도발성군, 전기인공후두군, 식도발성군 순으로 높게 나타났다. 발성유형 집단 간 말 명료도 평균은 <그림 1>에 도식화하였다.

표 4. 발성유형 집단 간 말 명료도
Table 4. Speech intelligibility among groups

집단	N	M±SD	평균 순위	χ^2	사후 검정
식도	18	2.28±1.05	17.45	9.607 **	식도-기관식도 **
전기 인공후두	4	1.28±0.63	9.25		
기관식도	4	0.95±0.05	5.00		

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

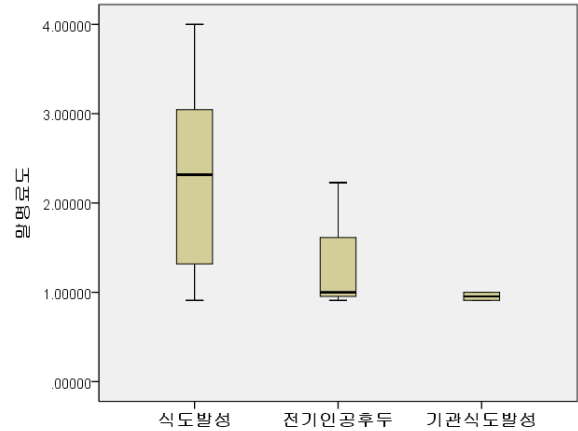


그림 1. 발성유형 집단 간 말 명료도
Figure 1. Speech intelligibility among groups

3.2 발성유형 집단 간 모음 공간 파라미터 분석

발성유형 집단 간 모음 공간 파라미터(모음 공간, VAI, FCR, F2 ratio)에 차이를 살펴보기 위해 Kruskal-Wallis 검정을 실시한 결과, 집단 간에 모음 공간에서만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 그 결과는 <표 5>와 같다. Mann-Whitney를 사용한 사후검정 결과, 기관식도발성군과 식도발성군에서 유의한 차이가 있었으며, 모음 공간 면적은 기관식도발성군, 전기인공후두군, 식도발성군 순으로 넓게 나타났다. 발성유형 집단 간 모음 공간을 <그림 2>에 도식화하였다.

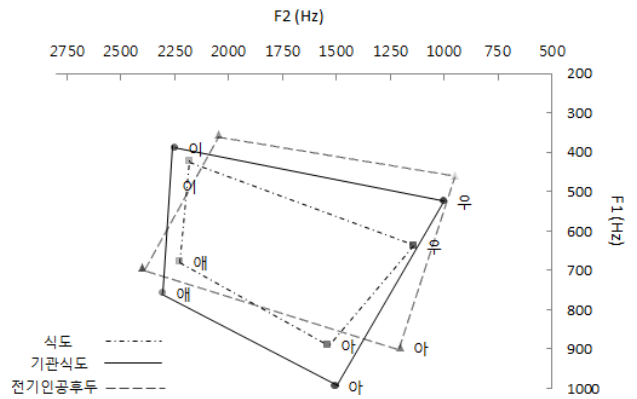


그림 2. 발성유형 집단 간 모음 공간
Figure 2. Vowel spaces among groups

3.3 발성유형 집단 간 말 명료도와 모음 공간 파라미터의 상관관계 분석

발성유형 집단 간 말 명료도와 모음 공간 파라미터에 상관관계를 분석하기 위해 Spearman 상관분석을 실시한 결과, 말 명료도와 모음 공간, VAI, F2 ratio에서 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 말 명료도와 모음 공간 간의 상관관계가 제일 높게 나타났으며, VAI, F2 ratio 순으로 높은 상관을

보였다. 상관분석 결과는 <표 6>과 같다.

4. 논의 및 결론

표 5. 발생유형 집단 간 모음 공간 파라미터
Table 5. Vowel space parameters among groups

	집단	N	M±SD	평균 순위	χ^2	사후 검정
모음 공간	식도	18	48885.38±62261.89	11.43	9.820**	식도-기관식도**
	전기인공후두	4	169372.08±10939.02	21.75		
	기관식도	4	174404.43±103397.83	22.63		
VAI	식도	18	.19±.12	12.73	3.831	
	전기인공후두	4	.27±.16	16.75		
	기관식도	4	.51±.27	21.13		
FCR	식도	18	.47±.31	13.13	4.561	
	전기인공후두	4	.72±.85	13.25		
	기관식도	4	1.24±.37	22.63		
F2 ratio	식도	18	.37±.21	12.78	3.427	
	전기인공후두	4	.44±.18	17.00		
	기관식도	4	.73±.37	20.63		

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

표 6. 발생유형 집단 간 말 명료도와 모음 공간 파라미터의 상관관계

Table 6. Correlation of speech intelligibility and vowel space parameters among groups

	모음 공간	말 명료도	VAI	FCR	F2 ratio
모음 공간		-.647**	.822**	.661**	.817*
말 명료도			-.483**	-.259	-.470**
VAI				.839**	.952**
FCR					.705**
F2 ratio					

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

본 연구는 후두적출환자 26명을 발생유형 별 세 집단(식도발성, 기관식도발성, 전기인공후두)으로 분류하여 말 명료도와 모음 공간 파라미터를 분석하고, 이를 통해 후두적출환자군의 말 특성을 알아본 결과는 다음과 같았다.

첫째, 발생유형 집단 간 말 명료도에 차이를 비교한 결과, 세 집단 간 말 명료도에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그 중 식도발성과 기관식도발성 집단에 유의한 차이가 있었다. 말 명료도는 기관식도발성군 0.95±0.05, 전기인공후두군 1.28±0.63, 식도발성군 2.28±1.05 순으로 기관식도발성군이 제일 높은 말 명료도를 보였다. [8]은 후두적출환자 발생유형 별 세 집단의 말 특성을 살펴보았으며, 그 중 자음명료도(%)의 경우, 기관식도발성군, 전기인공후두군, 식도발성군 순으로 높은 말 명료도를 보여 본 연구 결과와 일치하였다. 기관식도발성이 다른 집단에 비해서 말 명료도가 높다는 결과는 일관되게 보고되고 있다 [8], [10], [17], [19], [24]. 이러한 수행력의 차이를 발생에 있어서 공기근원의 차이로 생각할 수 있겠다. 공기역학적 분석에서 식도발성군은 낮은 최대 호기량(peak flow), 최대 식도 호기량, 1초 호기량(FEV1)을 보였으며 [18], 발생 시 구강과 구인강, 후두 주변의 모양과 움직임이 같이 작용하는 /아/ 모음에서 다른 모음보다 많은 식도 내압을 필요로 한다 [9]. 즉 기관식도발성군은 식도와 기도의 누공을 통해 공기를 유입한 뒤 내압을 형성하여 발생하는데 용이할 수 있으나, 식도발성은 이것에 제한으로 낮은 명료도를 보인다. 또한 자음정확도가 높아질수록 말 명료도가 증가한다는 전제하에 기관식도발성군의 높은 말 명료도를 설명할 수 있겠다 [8]. 기관식도발성이 다른 집단에 비해서 말 명료도가 높은 이유로, [5]는 식도발성의 경우 비음의 명료도가 낮은 것으로 해석하였다. 즉 비음은 한국어 자음의 조음방법별 사용빈도에서 전체의 32%를 차지하는 반면, 마찰음은 전체의 11%를 차지하여, 비음과 마찰음에서 낮은 명료도를 보인 식도발성환자가 기관식도발성군보다 전반적으로 더 낮은 말 명료도를 보이는 것이다. 이것은 식도발성환자의 경우 다량의 공기의 근원을 필요로 하는 마찰음과 유기음, 비음의 산출에서 인도-식도 분절을 통과하는 기류의 효율성 감소에 의한 [18] 음질 및 강도의 저하로, 특정 음소에서 낮은 명료도를 보이는 것으로 생각할 수 있겠다.

둘째, 발생유형 집단 간 모음 공간 파라미터에 차이를 비교한 결과, 세 집단 간 모음 공간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그 중 식도발성과 기관식도발성 집단에서 유의한 차이가 있었다. 모음 공간 면적은 기관식도발성군 174404.43±103397.83, 전기인공후두군 169372.08±10939.02, 식도발성군 48885.38±62261.89 순으로 기관식도발성군이 제일 넓은 모음 공간 면적을 보였다. 조음측면에서 모음 공간은 구강 내 혀의

위치 변화에 따라 그 크기가 달라지기 때문에 혀의 위치자질과 조음 정확성에 직결된다. 모음 공간의 포먼트 주파수에서 F1은 혀의 높이, F2는 혀의 전후관계를 나타내는데, 기관식도발성화자는 턱의 열림 정도가 주요한 모음 /아/에서 다른 군에 비해 F1수치가 높아, 즉 턱을 크게 벌려 모음을 발성하였고, 혀의 전후관계가 주요한 모음 /이/의 경우, 다른 군에 비해 F2수치가 높아, 즉 혀를 앞쪽에 두고 모음을 발성하였다. 이것은 다른 군에 비해 모음 발성에 있어서 기관식도발성군이 더 넓은 모음 공간을 가지고 있다는 것이다. 마지막으로, 기관식도발성의 음성연구들 또한 기관식도발성군의 음성/말평가 결과, 최대연장발성 (MPT), 소리크기 (loudness), s/z ratio, 말 명료도에서 정상성인과 통계적으로 차이가 없는 수행력을 보인다고 하였으며 [19], 후두적출 후 음성재활의 이상적인 방법으로 기관식도발성이 가장 용이하다고 하였다 [20]. 모음 공간 외에 다른 수치들의 경우 집단 간 차이를 보이지 않았는데, 본 연구에서 사용한 파라미터는 뇌 손상으로 인한 마비말장애 환자들의 혀 운동 결함으로 인한 혀와 입술의 움직임, 조음 오류에 민감성을 살펴볼 수 있도록 특성화된 파라미터들로 본 연구 대상자의 병력 특성상 집단 간 수치에 차이를 보이지 않은 것으로 생각할 수 있겠다.

셋째, 발성유형 집단 간 말 명료도와 모음 공간 파라미터에 상관관계를 분석한 결과, 말 명료도와 모음 공간, VAI, F2 ratio에 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 말 명료도와 모음 공간 간의 상관관계가 제일 높게 나타났으며, VAI, F2 ratio 순으로 높은 상관관계를 보였다. 특히 말 명료도와 모음 공간 간의 높은 상관관계는 말 명료도가 높아지는 것과 모음 공간 면적이 넓어지는 것이 상관성을 가진다는 다수의 연구들과 같은 결과를 보였으며 [11, 12, 13, 16, 21], 후두적출화자의 경우에도 적용 가능성을 증명할 수 있었다. 식도발성군은 집단 중 모음 공간이 제일 좁고, 말 명료도 또한 제일 낮았으며, 이에 비해 기관식도발성군은 모음 공간이 넓고, 말 명료도 또한 제일 높아 후두적출화자의 모음 공간 면적과 말 명료도의 상관성을 보여주며, 좁은 모음 공간 면적이 말명료도 판단에 부정적인 영향을 미친다는 연구결과를 뒷받침하였다 [22]. 즉, 식도발성화자는 공기유입에 제한으로 좁은 모음 공간 면적이 낮은 말 명료도를 초래할 수 있는 반면, 기관식도발성 화자의 경우 누공을 통해 공기를 유입하여 정상인과 가까운 발성이 가능하고, 높은 강도의 음성을 낼 수 있어 발성명료도가 높다고 하였으며 [20], 이것은 넓은 모음 공간 면적을 갖는다고 할 수 있다. [23]은 기관식도발성의 주관적 평가(음질 및 말 명료도, 유쾌도, 자기보고)와 객관적 평가(음향분석)를 통해 음성특성을 살펴본 결과, 말 명료도와 포먼트 주파수, 그리고 유쾌도(pleasantness)와 포먼트 간에 통계적으로 유의한 상관관계가 있다고 보고하였다. 이것은 말 명료도와 모음 공간 파라미터의 상관관계를 뒷받침하는 증거이며,

F1과 F2가 모음 및 명료도를 정의하는데 필수적임을 확인할 수 있는 부분이다. 또한 식도발성과 기관식도발성 음성의 음향학적, 지각적 특성을 살펴본 연구에서도 말 명료도와 모음 공간 파라미터의 상관성을 확인할 수 있었으며 [10], 연구 결과는 용인도와 포먼트, 단어 및 음소 명료도와 포먼트 주파수에서 높은 상관관계를 보고하여, 말 명료도와 모음 공간 파라미터의 상관 가능성을 입증하였다.

결론적으로 발성유형 집단 간 말 명료도와 모음 공간 특성을 살펴보면, 기관식도발성군이 집단 중 가장 높은 말 명료도와 넓은 모음 공간 면적을 나타냈으며, 이것은 발성 시 공기량의 확보와 조음동작의 차이로 집단 별 다른 수행력을 보인 것으로 생각할 수 있었다. 지금까지 국내외에서는 후두적출 환자를 대상으로 한 연구가 적을 뿐 아니라, 발성유형에 따른 후두적출 환자를 대상으로 말 명료도의 객관적인 수치인 모음 공간 특성을 살펴본 연구는 본 연구가 유일하다. 따라서 본 연구를 통하여 후두적출 환자의 말 특성의 다방면적인 이해와, 그들을 위한 음성재활 접근 및 효율적인 임상적 중재 방법에 기초가 되는 자료 확립에 기여하고자 한다. 또한 현재 국내 후두적출자의 음성재활은 음성언어치료사의 개입 없이 숙련된 무후두음성 화자에 의해 재활이 이루어지고 있다. 추후 후두적출자의 음성언어치료는 이론과 경험에 근거한 발성 및 조음 관련 직접중재 또는 리더양성교육을 통한 간접중재가 요구될 것이다.

참고문헌

- [1] Website, http://www.mw.go.kr/sotong/cy/scy0101ls.jsp?PAR_MENU_ID=12&MENU_ID=12040501, Retrieved on September 6, 2013.
- [2] Website, <http://www.cancer.go.kr/>, Retrieved on September 6, 2013.
- [3] Kim, E. R. (2010). *Vowel space and speech intelligibility of esophageal speech*. Master's thesis, Hallym University. (김애리 (2010). 식도발성 발화의 모음공간과 말 명료도. 한림대학교 석사학위논문.)
- [4] Pyo, H. Y. (2007). A study of the intelligibility of esophageal speech. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 26(5), 182-187. (표화영 (2007). 식도발성 발화의 명료도에 대한 연구. 한국음향학회지, 26(5), 182-187.)
- [5] Miralles, J. L. & Cervera, T. (1995). Voice intelligibility in patients who have undergone laryngectomies. *Journal of Speech & Hearing Research*, 38(3), 564-571.
- [6] Jongmans, P., Hilgers, F. J. M., Pols, L. C. W., & van As-Brooks, C. J. (2006). The intelligibility of

tracheoesophageal speech, with an emphasis on the voiced-voiceless distinction. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 31(4), 172-181.

[7] Searl, J. P., Carpenter, M. A., & Banta, C. L. (2001). Intelligibility of stops and fricatives in tracheoesophageal speech. *Journal of Communication Disorders*, 34(4), 305-321.

[8] Štajner-Katušić, S., Horga, D., Mušura, M., & Globlek, D. (2006). Voice and speech after laryngectomy. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(2/3), 195-203.

[9] Choi, S. H., Choi, H. S., Kim, H. S., Lee, S. E., & Pyo, H. Y. (2003). Analysis of acoustic characteristics of vowel and consonants production study on speech proficiency in esophageal speech. *Speech Sciences*, 10(3), 7-27.
(최성희, 최홍식, 김한수, 임성은, 이성은, 표화영 (2003). 식도 발성의 숙련 정도에 따른 모음의 음향학적 특징과 자음 산출에 대한 연구. *음성과학*, 10(3), 7-27.)

[10] Most, T., Tobin, Y., & Mimran, R. C. (2000). Acoustical and perceptual characteristics of esophageal tracheoesophageal speech production. *Journal of Communication Disorder*, 33(2), 165-181.

[11] Ferguson, S. H. & Kewley-Port, D. (2007). Talker differences in clear and conversational speech : acoustic characteristics of vowels. *Journal of Speech and Hearing Research*, 50(5), 1241-1255.

[12] Weismer, G., Jeng, J. Y., Laures, J. S., Kent, R. D., & Kent, J. F. (2001). Acoustic and intelligibility characteristics of sentence production in neurogenic speech disorders. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 53(1), 1-18.

[13] Lee, O. B. (2010). Speech Intelligibility and Vowel Space Area. *Cogito*, 68, 7-26.
(이옥분 (2010). 말소리 명료도와 모음공간면적의 상관성. *코기토*, 68, 7-26.)

[14] Skodda, S., Visser, W., & Schlegel, U. (2011). Vowel Articulation in Parkinson's Disease. *Journal of Voice*, 25(4), 467-472.

[15] Sapir, S., Raming, L. O., Spielman, J. L., & Fox, C. (2010). Formant Centralization Ratio: A Proposal for a New Acoustic Measure of Dysarthric Speech. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 53, 114-125.

[16] Kang, Y. A., Yoon, G. C., Lee, H. S., & Seong, C. J. (2010). A comparison of parameters of acoustic vowel space in patients with parkinson's disease. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 2(4), 185-192.
(강영애, 윤규철, 이학승, 성철재 (2010). 파킨슨병 환자의 음향 모음공간 파라미터 비교. *말소리와 음성과학*, 2(4), 185-192.)

[17] Cho, S. H., Kim, M. S., Park, Y. H., & Suh, B. D. (1991). Intelligibility and aerodynamic study of tracheopharyngeal and tracheoesophageal speeches. *Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics*, 4(1), 19-23.
(조승호, 김민식, 박영학, 서병도 (1991). 기관인두발성과 기관 식도발성에 대한 이해도 및 공기역학적 검사. *대한음성언어지*, 4(1), 19-23.)

[18] Kang, S. G. (2001). Aerodynamic analysis of esophageal speech of the laryngectomees. *Communication Disorders*, 25(1), 143-150.
(강수균 (2002). 후두적출자의 식도발성시 기류역학적 연구. *난청과 언어장애*, 25(1), 143-150.)

[19] Singhal, S. K. & Kapoor, R. (2011). Perceptual assessment of tracheoesophageal (TEP) voice. *Nepalese Journal of ENT Head & Neck Surgery*, 2(2), 8-9.

[20] Wang, S. G. & Jang, M. S. (2008). Tracheoesophageal shunt voice in total laryngectomy. *Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics*, 19(1), 21-27.
(왕수건, 장선미 (2008). 후두 전 절제 환자에서 음성재활을 위한 기관식도발성. *대한음성언어학회지*, 19(1), 21-27.)

[21] Choi, E. A. & Seong, C. J. (2010). The articulation characteristics of the profound hearing-impaired adults' Korean monophthongs: with reference to the F1, F2 of acoustic vowel space. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 2(4), 229-238.
(최은아, 성철재 (2010). 심도 청각장애 성인의 한국어 단모음 조음 특성: 모음 음향 공간의 F1, F2 값을 중심으로. *말소리와 음성과학*, 2(4), 229-238.)

[22] Liu, H. M., Tsao, F. M., & Kuhl, P. K. (2005). The effect of reduced vowel working space on speech intelligibility in Mandarin-speaking young adults with cerebral palsy. *Journal of the Acoustical Society of America*. 117(6), 3879-3889.

[23] D'Alatri, L., Bussu, F., Scarano, E., Paludetti, G., & Marchese, M. R. (2012). Objective and subjective assessment of tracheoesophageal prosthesis voice outcome. *Journal of Voice*, 26(5), 607-613.

[24] Evitts, P. M., Portugal, L., Van Dine, A., & Holler, A. (2010). Effects of audio-visual information on the intelligibility of alaryngeal speech. *Journal of Communication Disorders*, 43, 92-104.

• **심희정(Shim, Hee-Jeong)**
한림대학교 대학원 언어청각학과
강원도 춘천시 한림대학길 1
Tel: 033-248-2227

Email: amy2020@hallym.ac.kr
관심 분야: 음성학, 말소리장애

• **장효령 (Jang, Hyo-Ryung)**

한림대학교 대학원 언어청각학과
강원도 춘천시 한림대학길 1
Tel: 033-248-2227
Email: gyufd0601@hanmail.net
관심 분야: 음성학, 말소리장애

• **고도홍 (Ko, Do-Heung)**

한림대학교 언어청각학부 교수
강원도 춘천시 한림대학길 1
Tel: 033-248-2212
Email: dhko7@hallym.ac.kr
관심 분야: 음성과학, 말소리장애