언어치료연구 | 제28권 제4호
pISSN 1226-587X / eISSN 2671-7158
Journal of Speech-Language & Hearing Disorders
2019. Vol. 28, No. 4. 059-064

ORIGINAL ARTICLE
http://dx.doi.org/10.15724/jslhd.2019.28.4.059
http://jslhd.org/

일반성인의 음성에 롬바르드 효과가 미치는 영향 : 음향학적 특성 및 발화길이를 중심으로

The Influence of Lombard Effect on Normal Adult Voice : Acoustic Characteristics and Phonation Time

이동훈[12], 허명진[3*]
[1] 부산가톨릭대학교 일반대학원 언어청각치료학과 석사과정
[2] 부산대학교병원 이비인후과
[3] 부산가톨릭대학교 일반대학원 언어청각치료학과

Dong Hoon Lee[12], Myung Jin Huh[3*]
[1] *Major in Speech and Hearing Therapy, Catholic University of Pusan, Master's Student*
[2] *Dept. Otorhinolaryngology, Pusan National University Hospital*
[3] *Dept. Speech and Hearing Therapy, Catholic University of Pusan, Professor*

Purpose: The purpose of this study was to measure the acoustic characteristics of the Lombard effect and to identify efficient speech generation in various situations thereby providing basic information on an interventional approach that supports efficient speech generation of dysphonia or hearing loss patients. **Methods:** The participants were 25 normal-hearing women without any voice or auditory disease. The study exposed subjects to 75dB of white noise through audiometry and headphones and analyzed the changes in sustained phonation and connected speech. The analysis was performed through Cepstrum, Praat and MPT after collecting negative samples. **Results:** Lombard effect increased the MPT and F0 when noise was supplied to both ears in sustained phonation, and increased the voice intensity and CPP but decreased the L/H Ratio in speech connection. As a result, the energy in the high frequency region is increased, resulting in high breathiness and roughness. There was no significant difference in other measures (CPP-vowel, L/H Ratio-vowel, CSID-vowel, mean CPP F0-read, CSID-read). **Conclusions:** From the above result, it was found that the Lombard effect can improve phonation time while increasing the intensity and pitch of voice. If the increase in the overall intensity of speech is maintained continuously, it may interfere with stable speech output if it lasts longer than the connected speech. However, if the voice is weak, as in the case of Parkinson`s disease or chronic stroke patients, it may be effective for speech production.

Correspondence : Myung Jin Huh, PhD
E-mail : mjh@cup.ac.kr

Received : August 30, 2019
Revision revised : October 18, 2019
Accepted : October 29, 2019

Keywords : Lombard effect, adult voice, cepstrum, maximum phonation time, intensity

목적: 본 연구의 목적은 롬바르드 효과로 인하여 변화하는 음성의 음향학적 특성에 관하여 알아보고자한다. 그럼으로 인해서 다양한 상황에서 효율적인 발화산출을 확인하고 음성의 강도나 음도가 낮은 과소기능 발성장애나 청각장애 환자에게 효율적인 음성산출을 지원하는 중재접근의 기초정보가 되고자 한다. **방법:** 대상자는 24명의 정상청력 여성으로 음성 또는 청각질환이 없는 성인으로 구성되어 있다. 피험자들에게 청력검사기기와 헤드폰을 통하여 75dB의 백색소음을 제공하고 연장발성과 연결발화에서 롬바르드 효과로 인한 음향학적이 차이를 비교하였다. 분석은 녹음기를 통하여 음성샘플을 수집 후 캡스트럼분석과 Praat, MPT를 통하여 시행하였다. **결과:** 양측귀에 백색소음을 제공하여 백색소음제공 전후를 비교한 결과 백색소음을 제공하였을 때 발생한 롬바르드 효과로 인하여 연장발성에서는 최대발성길이와 기본주파수가 증가하였으며, 연결발화에서는 음성의 강도와 CPP는 증가하였지만, L/H Ratio의 비율은 감소하는 것으로 나타났다. 다른 측정변수(연장발성에서의 CPP, L/H Ratio, CSID와 연결발화에서 mean CPP F0, CSID)들에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. **결론:** 이상의 본 연구의 결과를 통하여 롬바르드 효과로 음성의 강도와 음도를 증가시키면서 발화길이를 향상시킬 수 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 전반적인 말소리의 강도의 증가가 지속적으로 유지되는 경우에는 연결발화에서 장시간 지속되면서 안정적인 음성산출을 방해하며 음성의 오용이 발생할 수 있다. 하지만 파킨슨이나 만성 뇌졸중 환자처럼 음성이 약한 과소기능 음성장애의 경우 효과적인 음성산출을 위해 롬바르드 효과를 사용한 중재접근법을 이용하게 된다면 전반적인 언어의 명료성 증진에 효과적일 것이다.

교신저자 : 허명진(부산가톨릭대학교)
전자메일 : mjh@cup.ac.kr

게재신청일 : 2018. 8. 30
수정제출일 : 2019. 10. 18
게재확정일 : 2019. 10. 29

검색어 : 롬바르드효과, 성인음성, 캡스트럼, 최대발성길이, 강도

Ⅰ. 서 론

음성은 구두 의사소통의 가장 많이 사용되는 요소 중에 하나로, 화자와 청자가 서로 말소리를 주고받을 때 언어연쇄가 일어나면서 의사소통하게 된다. 의사소통에서는 화자가 청자에게 내용을 전달하는 말 명료도(speech intelligibility)가 매우 중요하며, 청자가 화자의 말에 대한 주관적인 이질감을 의미하는 말 용인도(speech acceptability) 또한 중요하게 여겨지고 있다. 이처럼 음성은 일반적으로 우리가 의사소통하는데 매우 중요한 역할을 하고 있다. Mehrabian(1971)은 의사소통에서 화자의 음성이 전달하고자 하는 내용이나 표정보다 더 영향을 미친다고 보고하였다.

일반인들의 음성은 환경이나 상황에 따라 다양하게 변하는데, 일반적으로 음성이 클 때 화가 났거나 흥분해 있는 상태로 인식하고, 음성이 작으며 자신 없는 목소리 인식하는 등 음성 크기에 따라 말소리가 갖는 의미도 다르게 파악된다(Ha & Huh, 2018). 일상생활 속에서 가장 음성에 영향을 주는 것은 일반인들이 백색소음 속에서 대화하는 상태일 것이다. 이처럼 소음으로 인하여 음성이 변화하는 것을 롬바르드 효과(Lombard effect)라고 하며, 이러한 효과로 인하여 일반인들은 일시적으로 음성을 남용시킬 수 있지만, 반면 일반인들은 환경에 적응하여 큰 목소리의 안정적인 음성을 산출할 수 있을 것으로 생각된다. 이에 본 연구에서는 롬바르드 효과로 연속발화나 문장발화시 음성에 미치는 변화를 음향학적으로 살펴보고자 하였다.

롬바르드 효과와 관련된 음향학적 분석을 살펴보면, Kim 과 Lee(2015)는 성인 남성과 여성 각 5명을 대상으로 롬바르드 효과에 의한 음성의 변화를 Praat을 통하여 분석한 결과 남성과 여성 모두에서 백색소음이 증가할수록 음성의 강도와 기본주파수, 제 1포먼트가 모두 유의하게 상승하는 것으로 나타났으며, 포먼트의 변화로 구강 내 면적이 넓어지는 것을 알 수 있었다. 지적장애 아동을 대상으로 롬바르드 효과로인한 말 산출 특성의 변화를 연구한 Lee와 Kim (2016)의 연구에서도 강도와 음도가 상승하고 구강면적이 넓어졌으며, 조음속도는 느려지고 말명료도 상승에도 영향을 주는 것으로 나타났다. Garnier 등(2010)은 롬바르드 효과로 인한 음도, 강도, 지속시간의 변화를 비교한 결과 세 가지 모두 유의하게 증가한다고 주장하였다. 따라서 음성의 강도를 증가시키기 위해서는 한 번의 발성을 위해 더 많은 호흡이 필요하게 되고, 이 때 평균 호기율이 증가하면서, 발성할 수 있는 시간에도 변화가 나타난다. 이러한 현상을 측정하기 위한 방법으로는 호흡 및 발성체계를 간단하게 확인할 수 있는 양적인 검사로 임상가들이 음성의 기능을 평가하기 위해 주로 사용하는 최대발성지속시간(maximum phonation time, MPT)이 있으며 많은 연구에서 모음 /a/의 연장발성을 통하여 측정하고 분석에 사용하고 있다(Kent at al., 1987).

최근 들어, 음성의 변화를 객관적이며 음향학적으로 분석하는 방법 중에 하나로 캡스트럼(cepstrum) 분석이 사용되기 시작하였다(Bae et al., 2016; Choi & Choi, 2014). 캡스트럼 분석은 모음뿐만 아니라 연결발화에서 측정이 가능하여 모음만으로 검사를 시행하는 음향학적 검사에 비해 일상 대화에 더 가깝게 평가를 할 수 있다는 장점이 있다. 측정할 수 있는 변수로는 CPP, Mean CPP F0, L/H ratio, CSID가 있으며, 이중 CPP값은 고속 푸리에 방식을 역방향으로 배음을 분석한 것으로, 선행연구에서는 음성의 중증도에 따라 유의한 차이가 나타났다. Mean CPP F0는 60-300Hz에서의 CPP 평균주파수를 보여주어 성대의 긴장도와 관련된 기본주파수를 잘 보여주며, L/H ratio는 4kHz를 기준으로 저주파수와 고주파수를 구분하여 스펙트럼을 비교하여 분석하면서 기식성 음성의 정도를 잘 표현하여 준다. CSID는 CPP, L/H ratio와 성별 정보를 반영하여 ADSVTM 자체적인 계산방식으로 수치화하여 비정상 정도를 나타내며, 청지각적 평가와 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Lee et al., 2018; Lowell et al., 2012; Son et al., 2018; Yu et al., 2018). 이상과 같이 캡스트럼 분석는 기존의 음향분석은 연속발성에서 수행한 음질평가를 문장이나 대화 상황에서도 화자 음성의 음향학적 요소와 청자의 청지각적 요소를 객관적인 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 롬바르드 효과가 일반인의 음성에서 연장발성과 읽기를 통한 연결발화의 음향학적 변화를 살펴봄으로써, 다양한 상황에서 효율적인 발화산출을 파악할 수 있을 것으로 생각된다. 이것은 과소기능 발성장애 환자나 청각장애 환자의 효율적인 음성산출을 지원하는 중재접근의 기초정보가 될 것이다.

본 연구의 문제는 다음과 같다.

첫째, 일반인의 연장발성과제에서 롬바르드 효과로 인해 음향학적 차이(F0, MPT, Cepstrum)가 나타나는가?

둘째, 일반인의 연결발화과제에서 롬바르드 효과로 인해 음향학적 차이(강도, Cepstrum)가 나타나는가?

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에 참여한 연구대상자는 부산지역에 거주하는 만 20대 정상청력여성 25명으로, 평균연령이 24.4세(SD= 2.47세)였다. 대상자에 연령에 관한 기술통계는 표 1에 제시하였다. 모든 연구대상자는 부산지역에 소재한 00 대학교에 모집공고를 붙여 모집하였으며, 본 연구에 참여를 희망하는 대상자들 모두 연구 참여 전에 연구목적 및 연구절차에 대한 설명을 연구자로부터 듣고 서면동의서를 직접 작성하였다.

본 연구 대상자들은 Ling 6 sounds test에서 100% 정확하게 지각하였고, 대상자의 보고에 의하여 인지적, 감각적, 언어적, 신경적 문제를 수반하지 않는 성인이었다. 또한 최근 1년 안에 음성이나 청각적 질환으로 이비인후과 진료를 받지 않는 성인으로 하였다.

표 1. 연구대상 정보

Table 1. Participants' information

	N	Min.	Max.	*M*	*SD*
Age	25	21	29	24.40	2.47

2. 연구 절차

1) 조사방법 및 음성샘플 수집

본 연구는 롬바르드 효과의 영향으로 일반성인의 음성의 변화를 살펴보기 위해, 최대발성길이를 통한 연장발성과 문단읽기 과제를 통한 연결발화로 시행하였다. 두 가지 과제 모두 연구자와 대상자가 1:1로 방음이 되는 부스 내에서 수집하였다.

음성샘플을 위해 대상자의 입에서 약 10cm 떨어진 위치에서 Philps사의 VTR-7100 녹음기(voice recoder)를 고정시켜 대상자의 음성을 수집하였으며, 이때 음성샘플의 표본추출율은 24,000Hz, 양자화는 16bit로 수집하여 wav파일로 저장하였다. 대상자들의 음성샘플을 수집하기 전에 안정적인 음성 산출을 위해서 2-3회 정도 최대발성을 산출할 수 있도록 유도한 후 검사를 실시하였다. 문단 읽기 과제에는 정옥란의 '산책'문단(Jeong, 1997)의 첫 두 문장을 어절 수에 맞게 편집하여 사용하였다. 백색소음상황에서 음성의 변화를 측정하기 위해 두 과제의 음성샘플을 수집하는 과정 중에 피검자에게 설명하지 않고 청력검사기기와 헤드폰을 이용하여 70dB의 백색소음(White Noise)을 제공하여 읽기 중 나타나는 강도의 변화를 측정하였다. 연구를 위한 대상자의 전체검사 시간은 약 10분정도 소요되었으며, 그 중 백색소음을 듣는 시간은 약 30초 정도로 시행되었다.

2) 음성분석

수집된 음성샘플은 소수점 두 자리수까지 표시하여 최대 연장발성길이를 초(sec) 단위로 측정하였으며, 강도와 기본주파수의 변화는 Praat(version 6.0.3.9)을 이용하여 롬바르드 효과로 인하여 나타난 음성강도와 기본주파수의 차이를 차이를 dB와 Hz단위로 비교하였다. 캡스트럼 분석은 CSL(CSL-4500, Kay electronic, USA)의 ADSVTM (Model-5109, Kay electronic, USA)프로그램을 이용하여 연장발성과 연결발화의 CPP(Cepstral Peak Prominence), L/H Ratio(Ratio of low to high frequency spectral energies), mean CPP F0, CSID(Cepstral/Spectral index of Dysphonia) 변수들을 분석하였다. 연장발성 과제는 소음 제공의 여부에 따라 수집한 최대연장발성의 차이의 안정화된 구간 5초를 비교하여 분석하였으며, 연결발화는 백색소음의 제공 전후의 읽기부분을 전체를 각각 선택하여 분석하였다.

3. 결과처리

수집된 자료의 통계분석은 Window용 IBM SPSS Statistics 23.0 프로그램을 이용하였으며, 롬바르드 효과로 인한 연장발성과 연결발화에서 캡스트럼 측정변수, MPT, 강도 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t 검정(two-dependent samples t test)을 시행하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 롬바르드 효과로 인한 연장발성과제에서의 음향학적 차이

롬바르드 효과로 인하여 연장발성과제의 MPT를 비교하기 위해 연장모음발성 /ㅏ/를 측정하여 비교하였다. MPT에서는 백색소음을 제공하지 않은 경우에는 평균 17.91초(SD=3.57), 백색소음을 제공하였을 경우 평균 20.51초(SD=4.43)로 나타나 롬바르드 효과로 인하여 MPT가 유의하게 증가하였다(표 2). Praat을 통한 기본주파수의 변화에서는 백색소음 제공 전 평균 217.86Hz(SD=17.15)에서 제공 후 평균 222.52Hz(SD=18.49)로 유의하게 높아졌으며, 연장발성과제를 통한 캡스트럼 분석에서는 mean CPP F0가 백색소음제공 전 평균 209.93Hz(SD=21.40)에서 제공 후 평균 217.11Hz(SD=24.19)로 상승하여 유의한 차이가 나타났으며, CPP, L/H Ratio, CSID에서는 차이가 유의하지 않아 기본주파수 이외의 다른 측정변수에서는 차이가 없는 것으로 나타났다(표 3).

표 2. 롬바르드 효과로 인한 MPT와 기본주파수의 차이
Table 2. MPT and F0 comparison dut to the Lombard effect

	Quiet (sec)	WN 70dB (sec)	t
M (sec)	17.91	20.51	-3.65***
SD (sec)	3.57	4.43	
M (Hz)	217.86	222.52	-3.523**
SD (Hz)	17.15	18.49	

WN=white noise
***p<.01 **p<.001

표 3. 롬바르드 효과로 인한 모음의 캡스트럼 분석 차이
Table 3. Capstrum analysis of vowels comparison due to the Lombard effect

		Quiet	WN 70dB	t
CPP -Vowel	M	11.433	11.647	-0.8
	SD	1.29	1.57	
L/H Ratio -Vowel	M	32.125	30.795	1.68
	SD	3.189	4.29	
mean CPP F_0 -Vowel	M	209.92	217.11	-2.52**
	SD	21.40	24.19	
CSID -Vowel	M	25.218	26.742	-0.774
	SD	9.901	11.500	

WN=white noise
**p<.01

2. 롬바르드 효과로 인한 연결발화과제에서의 음향학적 차이

롬바르드효과로 인하여 연장발성과제의 강도의 변화를 살펴본 결과, 백색소음을 제공하지 않은 경우에는 평균 74.56dB(SD=4.33), 백색소음을 제공하였을 경우 평균 78.08dB(SD= 3.75)로 나타나 롬바르드 효과로 인하여 음성의 강도가 유의하게 증가된 것으로 나타났다(표 4). 정옥란의 '산책'문단 읽기자료를 통하여 시행한 연결발화의 캡스트럼 분석에서는 CPP는 백색소음제공 전 평균 6.806dB(SD= 0.637)에서 제공 후 평균 7.300dB(SD=0.651)으로 유의미하게 상승되어 음질이 개선되는 것으로 나타났으며, L/H Ratio의 경우 백색소음제공 전 30.368(SD: 21.98)에서 제공 후 29.363(SD= 2.183)으로 유의미하게 낮아지는 것으로 나타나 고주파수 영역의 에너지가 증가하여 기식성(Breathy)과 조조성 (Roughness)이 높은 것으로 나타났다. 이외의 mean CPP F0, CSID는 유의한 차이가 나타나지 않아 모음연장발성과 다르게 기본주파수는 유의하게 증가하지 않았다(표 5).

표 4. 롬바르드 효과로 인한 강도의 차이
Table 4. Intensity comparison dut to the Lombard effect

	Quiet (dB)	WN 70dB (dB)	*t*
M	74.56	78.08	-8.885***
SD	4.33	3.75	

WN=white noise
***p<.001

표 5. 롬바르드 효과로 인한 연결발화의 캡스트럼 분석 차이
Table 5. Capstrum analysis of connected speech comparison due to the Lombard effect

		Quiet	WN 70dB	t
CPP -Read	*M*	6.806	7.300	-3.874***
	SD	0.637	0.651	
L/H Ratio -Read	*M*	30.368	29.363	-2.237*
	SD	2.198	2.183	
mean CPP F_0 -Read	*M*	212.18	209.46	-1.922
	SD	11.723	12.859	
CSID -Read	*M*	-6.031	-8.786	-1.918
	SD	7.58	7.73	

WN=white noise
*p<.05, ***p<.001

Ⅳ. 논의 및 결론

본 연구는 정상적인 청력을 가진 사람들이 백색소음상황에서 목소리가 자연스럽게 커지는 롬바르드 효과를 활용하여 음향학적 변화를 살펴보았다. 그 결과 다음과 같다.

첫째, 일반인이 연장발성에서 일정시간이 지난 후 백색소음을 제공하였을 때, MPT의 시간이 평균 20.51초로 백색소음이 제공되지 않았을 때 평균 17.91초보다 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 최대 음성강도에서 MPT가 감소하게 되는 Choi 등(2012)의 연구와는 결과와는 상반되지만, 롬바르드 효과를 통해 목소리의 크기가 증가하게 되면서 복부근의 수축으로 최대발성길이가 길어진 것으로 생각된다. 즉 대화시 일회호흡량이외에 흡기 혹은 호기예비량을 사용하기 때문이다(Raphael et al., 2007).

기본주파수에서는 백색소음 제공 전 217.86Hz에서 제공 후 222.52Hz로 유의하게 높아졌으며, mean CPP F0 또한 백색소음이 제공되었을 때 높아졌다. 하지만 다른 변인들에서는 백색소음제공으로 인한 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Garnier 등(2010)과 Kim과 Lee(2015)의 선행연구결과와 일치하였다. 이들의 연구에서는 롬바르드 효과를 파악하기 위해 다양하게 소음의 강도변화를 주어 말소리의 음도와 강도의 변화를 살펴봤으며, 본 연구의 결과와 같이 백색소음의 크기가 증가할수록 음도(F0)가 상승하였으며, 본 연구에서 살펴보지 않은 연장발성에서의 강도(dB) 또한 증가한 것으로 나타났다. 그럼으로 인해서 롬바르드 효과로 음도와 강도가 증가하는 것은 일반적인 결과라 할 수 있다.

이외 다른 음향학적 특성에는 유의한 차이가 나타나지 않으며 이러한 현상은 일정한 말소리를 연속적으로 길게 산출함에 따라 음성을 길게 안정적으로 유지하며 산출하였기 때문으로 생각된다.

둘째, 읽기를 통한 연결발화상황에서 롬바르드 효과가 읽기 음성강도를 증가시켰으며, 캡스트럼 분석에서는 CPP가 증가하지만 L/H Ratio는 감소하였다. 이외의 측정변수인 mean CPP F0, CSID에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 즉 롬바르드 효과가 읽기 연결발화과제에서 음성의 명료성과 주파수 안정적으로 유지되는 것을 알 수 있다.

이러한 CPP의 증가와 저주파수 대비 고주파수의 비율이 감소는 롬바르드 효과로 인해 글을 읽을 때 성대폐쇄가 강하게 일어나 음성의 강도와 배음이 증가하여 음성의 소음이 줄어들었기 때문으로 생각된다. 이처럼 본 연구에서는 백색소음으로 인하여 음성강도가 증가하면서 성대의 진동이 커지며, 성대의 긴장도 역시 비율적으로 상승한 것으로 생각된다. Garnier 등(2010)은 대화상에서 롬바르드 효과를 미칠 때 말소리의 특성을 분석한 결과 말소리에서 모음의 강도와 음도가 상승한다고 하였으며, Kim & Lee(2015)의 연구에서도 롬바르드 효과로 인해 모음의 기본주파수와 제 1, 2음형대의 주파수 대역이 높아진 것을 보고하고 있다. 이처럼 강도와 음도의 변화로 인하여 목소리를 크게 남용하거나 오용할 경우 피로도와 함께 목소리의 기식성과 조조성 또한 증가하게 된다(Kang et al., 2017).

본 연구에서는 롬바르드 효과로 일반인에게 의도적인 남용을 유도하였으므로 음성의 안정성이 깨질 수 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 장기적인 음성 남용은 일반인에게 CPP와

말소리 주파수의 강도와 음도에 부적인 영향을 주는 것 또한 알 수 있다. 그러나 본 연구결과에 기초한다면 약한 음성을 소유한 파킨슨 환자나 만성뇌졸증 환자들에게는 효과적인 음성산출 접근방법으로 활용할 수 있을 것이다. 파킨슨 환자들의 음성치료 접근방법 중 효과적인 접근 방법으로 LSVT(Lee Silverman voice treatment)가 있으며(Kim et al., 2014), 이 중재법은 파킨슨 환자들의 약한 음성이 LSVT의 큰소리를 외치듯이 발성할 수 있도록 유도하는 접근법으로 약한 음성을 가진 대상자에게 효과적인 방법으로 알려져 있다. 약한 음성을 산출하는 파킨슨 환자들에게 LSVT 중재접근에 앞서 롬바르드 효과를 활용하여 발성산출을 유도한다면 말소리의 명료성이 향상되고, 발화산출이 수월해질 수 있는 중재 방법이 될 것이다.

이상의 결과를 바탕으로 롬바르드 효과로 일반인 음성의 강도와 음도를 증가시키면서 발성길이를 향상시킬 수 있는 것을 알 수 있었다. 하지만 전반적인 말소리의 강도가 증가하며 성대의 진동이 커지고, 기본주파수가 높아지고 고주파수 비율이 늘어나면서 성대의 긴장이 높은 상태가 된다. 이러한 상태가 연결발화에서 장시간 지속될 경우 안정적인 음성산출을 방해할 수 있을 것이다. 그러나 임상학적으로 과소기능적 발성장애 환자에게 효율적인 중재접근방법으로 활용할 수 있음을 알 수 있다. 이러한 연구결과에 따른 몇 가지 연구 제한점은 제시하면 다음과 같다.

첫째, 연구대상자가 20대의 여성을 대상으로 한 것이다. 여성에 비해 남성의 참여율이 적었으며, 남성의 경우 군대에서 사격과 기타 훈련을 통한 청력변화가 존재할 수 있어 본 연구에서는 환경적인 변화가 적은 여성을 대상으로 하였다. 차후에는 청력검사를 통해 정확한 청력정도를 파악하여 성별과 무관하게 수행되어야 할 것이다.

둘째, 연구과제를 연장발성과 연결발화과제로 나누었고, 그 중 연결발화과제는 읽기과제로만 수행하였다. 하지만 연결발화과제로는 읽기과제 뿐만아닌 단어, 문단, 대화 과제로 구성되어 있으며, 이에 따른 연구 과제를 차후에 수행되어 비교될 필요가 있을 것으로 생각된다.

셋째, 본 연구는 음향학적 분석방법을 캡스트럼 분석에 기초하여 실시하였다. 그러나 하지만 말소리의 분절적 요소가 일치하지 않기 때문에 추후 말소리의 분절적 요소의 스펙트로그램을 분석하여 자모음의 음향학적 특성변화를 함께 제시된다면 임상적으로 더 의미있는 정보를 제시해 줄 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

Bae, I. H., Kim, G. H., Lee, Y. W., Park, H. J., Wang, S. G., & Kwon, S. B. (2016). Clinical application of cepstral peak prominence for treatment outcomes assessment in voice disorders: Comparing ADSV, Speechtool, and PNU_CPP. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders, 25*(2), 93-102.
[배인호, 김근효, 이연우, 박희준, 왕수건, 권순복 (2016). 음성질환의 치료 효과평가에서 CPP 분석의 임상적 적용. 언어치료연구, 25(2), 93-102.]

Choi, S. H., & Choi, C. H.(2014). The utility of perturbation, non-linear dynamic, and cepstrum measures of dysphonia according to signal typing. *Korean Journal of Speech Sciences, 6*(3), 63-72.
[최성희, 최철희 (2014). 음성 신호 분류에 따른 장애 음성의 변동률 분석, 비선형 동적 분석, 캡스트럼 분석의 유용성. 말소리와 음성과학, 6(3), 63-72.]

Choi, S. J., Choi, H. S., Kim, J. O., & Choi, Y. L. (2012). Comparison of maximum phonation time associated with the changes in vocal intensity in patients with unilateral vocal fold palsy and sulcus vocalis. *Korean Journal of Speech Sciences, 4*(1), 125-131.
[최세진, 최홍식, 김재옥, & 최예린 (2012). 성대마비와 성대구증의 강도 변화에 따른 최대발성지속시간 비교. 말소리와 음성과학, 4(1), 125-131.]

Ha, B. M. & Huh, M. J. (2018). The Effect of pitch, duration, and intensity on a preception of speech. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders, 27*(3), 45-54.
[하보미, 허명진 (2018). 음도, 속도, 강도가 화자의 말소리 인식에 미치는 영향. 언어치료연구, 27(3), 45-54.]

Jeong, O. R.(1997). Voice summative evaluation. *The Journal of the Korean Society of Logopedics and Phoniatrics. 8*(1), 101-109.
[정옥란 (1997). 음성총괄평가. 대한음성언어의학회지, 8(1), 101-109.]

Kang, Y. A., Chang, J. W., & Koo, B. S. (2017). Relationship between voice fatigue and voice assessment in patients with voice disorders and applicability of voice fatigue index in Korean version. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, 60*(5), 232-242.
[강영애, 장재원, 구본석 (2017). 음성장애환자 대상 음성피로와 음성평가간 상관및 음성피로도 설문 (Voice Fatigue Index)의 임상적용. *Korean Journal Otorhinolaryngol-Head Neck Surg, 60*(5), 232-242.]

Kent, R. D., Kent, J. F., & Rosenbek, J. C. (1987). Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 52*(4), 367-387.

Kim, S. T., Pyo, H. Y., Kwon, S. B.(2014). Voice Disorders: Scope of Theory and Practice. Seoul: Bakhaksa
[김성태, 표화영, 권순복 (2014). 음성장애: 이론과 실제. 서울: 박학사]

Kim, Y. K. & Lee, O. B. (2015). The acoustic characteristics of lombard speech: Pilot study. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders, 24*(2), 95-105.
[김유경, 이옥분 (2015). 롬바드 효과에 따른 말소리의 지각적 및 음향학적 특성. 언어치료연구, 24(2), 95-104.]

Lee, H. J. & Kim, Y. K. (2016). The influence of lombard effect on speech in children with intellectual disability. *Proceedings of the 20th Conference on Speech-Language Pathology*, Kaya University, Gyeongnam.

[이현주, 김유경 (2016). 지적장애 아동의 롬바르드 효과에 따른 말산출 특성 변화. 제 20회 한국언어치료학회 학술발표대회 논문집, 가야대학교, 경남]

Lee, Y. W., Kim, G. H., Bae, I. H., Park, H. J., Wang, S. G., & Kwon, S. B. (2018). The cut-off analysis using visual analogue scale and cepstral assessments on severity of voice disorder. *Logopedics Phoniatrics Vocology, 43*(4), 175-180.

Lowell, S. Y., Kelley, R. T., Awan, S. N., Colton, R. H., & Chan, N. H. (2012). Spectral- and cepstral-based acoustic features of dysphonic, strained voice quality. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 121*(8), 539-548.

Mehrabian, A. (1971). *Silent messages (Vol. 8)*. Belmont, California: Wadsworth.

Garnier, M., Henrich, N., & Dubois, D. (2010). Influence of sound immersion and communicative interaction on the Lombard effect. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 53*(3), 588-608.

Raphael, L. J., Borden, G. J., & Harris, K. S. (2007). *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*. Lippincott Williams & Wilkins.

Son, K. O., Shim, H. J., & Ko, D. H. (2018). The effect of gender and age on cepstral·spectral measures of vocal function in the elderly. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders, 27*(2), 23-32.

[손기옥, 심희정, 고도흥 (2018). 성별과 연령에 따른 노인 음성의 캡스트럼· 스펙트럼 분석. 언어치료연구, 27(2), 23-32.]

Yu, M. O., Choi, S. H., Choi, C. H., & Choi, B. H.(2018). Predicting normal and pathological voice using a cepstral based acoustic index in sustained vowels versus connected speech. *Communication Sciences & Disorders, 23*(4), 1055-1064.

[유미옥, 최성희, 최철희, 최병흔 (2018). 모음과 연결발화에서 캡스트럼 음향 지표의 정상 및 음성장애 예측. *Communication Sciences & Disorders, 23*(4), 1055-1064.]