



Effects of vowel types and sentence positions in standard passage on auditory and cepstral and spectral measures in patients with voice disorders

Mi-Hyeon Choi^{1,2} · Seong Hee Choi^{1,3,*}

¹Graduate Program in Audiology & Speech-Language Pathology, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea

²JH ENT Clinic, Gwangju, Korea

³Department of Audiology & Speech-Language Pathology, Institute of Biomimetic Sensory Control, and Catholic Hearing Voice Speech Center, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea

Abstract

Auditory perceptual assessment and acoustic analysis are commonly used in clinical practice for voice evaluation. This study aims to explore the effects of speech task context on auditory perceptual assessment and acoustic measures in patients with voice disorders. Sustained vowel phonations (/a/, /e/, /i/, /o/, /u/, /ɔ/, /ʌ/) and connected speech (a standardized paragraph 'kaeul' and nine sub-sentences) were obtained from a total of 22 patients with voice disorders. GRBAS ('G', 'R', 'B', 'A', 'S') and CAPE-V ('OS', 'R', 'B', 'S', 'P', 'L') auditory-perceptual assessment were evaluated by two certified speech language pathologists specializing in voice disorders using blind and random voice samples. Additionally, spectral and cepstral measures were analyzed using the analysis of dysphonia in speech and voice model (ADSV). When assessing voice quality with the GRBAS scale, it was not significantly affected by the vowel type except for 'B', while the 'OS', 'R' and 'B' in CAPE-V were affected by the vowel type ($p < .05$). In addition, measurements of CPP and L/H ratio were influenced by vowel types and sentence positions. CPP values in the standard paragraph showed significant negative correlations with all vowels, with the highest correlation observed for /e/ vowel ($r = -.739$). The CPP of the second sentence had the strongest correlation with all vowels. Depending on the speech stimulus, CAPE-V may have a greater impact on auditory-perceptual assessment than GRBAS, vowel types and sentence position with consonants influenced the 'B' scale, CPP, and L/H ratio. When using vowels in the voice assessment of patients with voice disorders, it would be beneficial to use not only /a/, but also the vowel /i/, which is acoustically highly correlated with 'breathy'. In addition, the /e/ vowel was highly correlated acoustically with the standardized passage and sub-sentences. Furthermore, given that most dysphonic signals are aperiodic, 2nd sentence of the 'kaeul' passage, which is the most acoustically correlated with all vowels, can be used with CPP. These results provide clinical evidence of the impact of speech tasks on auditory perceptual and acoustic measures, which may help to provide guidelines for voice evaluation in patients with voice disorders.

Keywords: auditory-perceptual, cepstral, spectral, vowel type, sentence position, voice disorder

* shgrace@cu.ac.kr, Corresponding author

Received 23 November 2023; Revised 13 December 2023; Accepted 13 December 2023

© Copyright 2023 Korean Society of Speech Sciences. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

훈련된 임상가의 귀에 의해 평정되는 청지각적 평가는 음성 평가의 정석(gold standard)으로 간주되며, 훈련 정도, 연장 발성이나 연속 구어와 같은 발화과제 유형은 청지각적 판단에 영향을 미치는 중요한 요소이다(Choi & Choi, 2009; Kreiman & Garrett, 1998).

임상 현장에서 청지각적 평정을 위해 모음 연장발성뿐 아니라 표준문단 읽기나 문장 수준의 대화나 낭독과 같은 연속발화가 주로 사용된다. 연속발화는 갑작스러운 발성 개시와 종료, 운율과 같은 기본주파수와 진폭의 변이를 포함하므로 다양한 성대의 기능이 포함되어 있으며, 매일 일상생활에서의 화자의 음성을 제일 흡사하게 반영해 주기 때문이다(Parsa & Jamieson, 2001). 청지각적 평정으로 가장 널리 사용되는 GRBAS 척도에서는 모음/a,e,i,o,u/를 사용하며, 최근 미국에서 개발된 CAPE-V 검사는 모음(/a/,/i/), 6개의 표준 문장 및 자발화 샘플을 사용하도록 구성되어 있다. 국내 청지각적 평가에 대한 연구로 이영아 등(2010)은 GRBAS 척도를 사용하여 모음(/a,e,i,o,u/)과 ‘가을’ 문단(Kim, 1996) 낭독으로 청지각적 평정을 실시하여 훈련 전후의 모음과 문단의 청지각적 파라미터의 신뢰도를 각각 비교하였다.

Lee & Shin(2010)의 연구에서는 청지각적 평정 시에 병리적 음성의 특징을 설명할 수 있는 적절한 문단의 길이를 갖추고, 읽기에 대한 환자의 노력 수준 및 부담감을 최소화하기 위해 ‘산책’ 문단(Cheong, 1993) 중 앞 두 문장을 환자에게 읽도록 하였다. Shin 등(2011)의 연구에서는 샘플 유형(/a/ vs. 연결 발화 ‘인내는 쓰다. 그러나 열매는 달다’)에 따라 청지각적 평가 GRBAS의 ‘G’ 척도와 shimmer 간의 상관성을 살펴본 결과, ‘G’점수가 모음/a/와 연결 발화에서 모두 유의한 정적 상관을 보였으며, 특히, 모음보다 연결 발화일 때 상관성이 더 높음을 보고하였다.

외국의 선행 연구에서는 모음의 경우, 대부분 모음/a/를 사용하는데, 이는 /a/모음이 혀의 높이가 낮고, 입이 열린 채로 생성되기 때문에 비교적 안정된 상태를 제공하기 때문이라고 하였다(Brinca et al., 2014). 연결발화의 경우 나라마다 사용하는 문단이 다르게 나타났으나, 공통적으로는 각 나라의 표준문단을 사용한다. 특히, 환자의 상태를 고려하여 문단 전체를 낭독하지 않고, 문단의 첫 번째나 두 번째 문장을 사용하는 경우가 많은데(Lowell et al., 2013), 아직까지 음질을 측정 위한 대표 문장으로서 증거가 부족한 실정이다.

한편, 청지각적 평가는 음성평가의 정석(gold standard)임에도 불구하고, 임상 경험이나 훈련 정도에 따라 평가자 간 및 평가자 내 신뢰도의 문제가 있어 일반적으로 기기 평가와 함께 사용한다. 음향학적 평가는 음성을 객관적으로 수치화하기 위해 음성 분석기기를 사용하여 대상자의 음질을 측정하게 된다. 수치화된 결과는 정상치와 비교가 가능하며 주관적인 평가와 객관적인 음향학적 평가를 연관지어 해석할 수 있다. 임상 현장에서 음성장애 청지각적 평가와 기기적 평가를 실시할 때 단순모음

발성 과제와 연속 구어과제(읽기, 자발화 등)를 사용하지만 현재 상용화된 음향학적 기기들은 주로 모음 연장 발성을 통해 분석한다. 모음은 연결 발화에 비해 비교적 잘 통제될 수 있으며, 변동률 분석이 용이하고 재현성이 뛰어나다는 장점이 있으나, 그에 반해 연결 발화는 말속도, 억양, 방언, 조음 방식 등에 따라 청지각적 평가에 영향을 줄 수 있다(Kreiman & Gerratt, 1998; Murry & Doherty, 1980). 하지만, 모음만으로 청지각적 평정이나 기기적 평가를 실시하는 것은 환자의 음성을 제대로 분석하는데 제한적일 수 있다. Kim et al.(2016)은 음성평가 시, 모음 연장 발성이 난이도와 편이성 때문에 많이 선호되고 있지만 연장 발성과 연결 발화 두 과제 모두 시행하는 것이 청지각적 평가와 음향학적 평가에 있어 타당도를 높일 수 있다고 하였다. 최근 연구에 의하면, 음향학적 검사를 실시할 때 사용하는 발화 과제 유형은 모음과 문단(52%), 모음만 사용(17%), 모음과 문장(‘인내는 쓰나 열매는 달다’ 혹은 ‘가을’ 문단 중 첫 문장 사용(10%)하는 것으로 나타났다. 특히, 모음의 경우, 음성치료사 97%가 /a/연장 발성만을 사용하고 있으며, 모음 /a, i, u/를 사용하는 음성치료사는 3% 정도였다. 표준화 문구 경우, ‘산책’이나 ‘가을’ 문단을 대부분 사용(69%)하거나 혹은 ‘가을’ 문단 중 첫 문장을 사용(10%)한다고 보고하였다(Choi, 2013).

최근 미국언어청각협회(ASHA)에서는 음향학적 분석시 음질을 측정하는 방법으로 전통적인 시간 기반의 분석보다는 캡스트럼 기반 측정치를 사용하도록 권고하였다(Patel et al., 2018). 특히, 임상에서 음성장애 환자 평가 시 음향학적 신호 중 harmonic을 나타내는 캡스트럼의 정점의 상대적인 강도를 나타내는 ‘캡스트럼 피크 현저성’(Cepstral Peak Prominence, CPP)을 사용하도록 안내하고 있다. 이는 전통적인 jitter나 shimmer와 같은 변동률 분석이 정확한 기본주파수 추출을 기반으로 분석이 이루어지기 때문에, 음성장애 정도가 심할수록 기본주파수 추출에 신뢰도가 떨어지게 지게 된다(Choi & Choi, 2014; Kang & Seong, 2012). 따라서, 음성장애 환자에게는 전통적인 변동률 분석 방법보다는 기본주파수의 정확한 추출에 상관없이 얻어지는 캡스트럼이나 스펙트럼 측정치가 음성장애 환자의 음질을 더 잘 반영해 줄 수 있을 것이다. 이와 같은 제약들을 보완하기 위해 최근 들어 모음 연장 발성과 연결 발화를 사용하여 캡스트럼이나 스펙트럼과 같은 음향학적 분석을 기반으로 음성장애의 청지각적인 중증도를 예측할 수 있는 캡스트럼 스펙트럼 음성장애지수(cepstral spectral index of dysphonia, CSID)나 음향학적 음질지수(acoustic voice quality index, AVQI) 등이 널리 사용되어지고 있다(Maryn et al., 2009). 하지만, 어떤 모음이나 연결 발화를 사용했는가에 따라 음향지수 측정치가 달라질 수 있으므로, 음성장애 중증도를 예측할 때 모음의 종류나 여러 가지 자음이 포함된 연결발화에 사용된 문장이 측정치에 영향을 미칠 수 있다.

Yu et al.(2018)은 CPP 값이 음성표본에 관계없이 높은 정확도로 정상음성과 병리적 음성을 변별할 수 있었고 특히, 모음 연장발성 과제에 비해 연결발화 과제에서 CPP는 더욱 높은 변별 정확도를 나타내어 장애 음성을 평가할 때 진단적 예측으로서 캡스트럼 측정치를 포함시켜야 한다고 하였다.

최근 Choi(2018)는 음질 평가를 위한 표준 문장을 개발하였으나, 아직까지 임상에서는 표준문단의 문장을 많이 사용하고 있다. Lee 등(2017b)은 표준문단 ‘가을’ 내에서 문장 위치에 따른 캡스트럼과 스펙트럼 측정치를 비교하여 캡스트럼과 스펙트럼 측정치의 변이성과 진단적 가치를 살펴보았다. 그 결과, 뒷 문장이 앞 문장에 비해 음성의 질이 나빴으며, 성별과 문맥 위치 간에 상호 작용 효과가 나타났는데, 남성은 CPP값이 뒷 문장에서 증가하는 반면, 여성은 감소하여 성별의 차이를 보였다. 또한, 뒷 문장으로 갈수록 CPP값이 감소한 것은 문장 낭독 시 음성 피로의 효과가 영향을 미친 것일 수 있음을 시사하였다. 하지만, 문장의 앞 부분(두 번째), 중간(여섯 번째), 끝 부분(아홉 번째) 문장의 위치만을 비교하여 전반적인 표준 문단의 위치에 따른 변이성은 살펴보기 못하였다. 따라서, 본 연구에서는 음성장에 평가 시 모음의 유형과 표준문단의 모든 문장 위치에 따른 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치를 살펴보고자 한다. 또한, 각 측정치가 전반적 중증도 외에 조조성, 기식성과 같은 청지각적 측정치와의 상관성이 있는지 알아보려고 한다. 이를 통해 음성장에 환자에게 음성평가를 실시할 때 모음과 연결발화의 선택에 대한 임상적 근거와 가이드 라인을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구 대상

본 연구의 모든 절차는 대구가톨릭대학교 생명윤리위원회 심의를 받았으며(CUIRB-2017-0013), 이비인후과에 내원한 환자 중 음성장애로 진단 받은 환자 중 연구에 동의한 환자 22명을 대상으로 하였다. 대상 환자는 이비인후과 전문의의 진단을 받고 음성치료사의 음성검사를 받은 환자들로 환자의 질환군은 성대구중, 성대결절, 성대폴립, 근긴장성 발성장애, 연속성 발성장애, 라인케부종, 음성 외상으로 다양하였다. 대상 환자의 연령은 만 28-71세로 평균 연령은 47.7세(±3.7)였으며, 남성이 6명, 여성이 16명이었다(표 1).

표 1. 음성장애 환자에 대한 인구학적 정보 (n=22)
Table 1. Demographic information for dysphonia patients (n=22)

Gender	Diagnosis	
Male (n=6)	Sulcus vocalis	1
	Vocal nodules	9
	Vocal polyp	4
	Muscle tension dysphonia	5
Female (n=16)	Spasmodic dysphonia	1
	Reinke's edema	1
	Laryngitis	1

2.2. 평가도구

2.2.1. 청지각적 평정

임상에서 널리 쓰이고 청지각적 평가인 GRBAS와 CAPE-V를 사용하여 환자들의 음성장애 정도를 평가하였다. 음성평가

는 GRBAS에서는 ‘G(전반적 중증도)’, ‘R(조조성)’, ‘B(기식성)’, ‘A(무력성)’, ‘S(긴장성)’ 총 5가지 청지각적 파라미터를 사용하여 음질을 측정하였으며 CAPE-V에서는 음도(pitch), 강도(loudness), 음질‘Overall severity(전반적 중증도)’, ‘R(조조성)’, ‘B(기식성)’, ‘S(긴장성)’의 각 청지각적 파라미터 모두를 평가하였다. GRBAS의 등급은 0, 1, 2, 3의 총 4점 척도로 평가하도록 하였고(0점-정상, 3점-심함), CAPE-V는 시각적 아날로그 척도(Visual Analog Scale, VAS)로서 총 100 mm 척도(0 mm-정상, 100 mm-심함)로 평가하도록 하였다. 청지각적 평정에 사용한 환자의 발화과제는 연장 발성(모음)과 연속 구어(문단, 문장 읽기)로서 Shin & Cha(2003)의 구어 체계에 입각한 한국어 단모음 7개(/a/, /e/, /i/, /o/, /u/, /w/, /ʌ/)와 표준문단인 가을 문단(Kim, 1996)이었고, 표준 문단 ‘가을’을 다시 하위 문장 9개로 나누어 문장별로 다시 저장하였다. 음성장애 환자의 임상 경험이 있는 10년 이상(평균 12.5년)인 두 명의 1급 언어재활사에 의해 실시되었다. 검사자 내 신뢰도를 보기위해 음성 자료 중 무작위로 추출한 20%를 평가하였다($p < .01$). GRBAS 척도의 검사자 간 신뢰도는 두 검사자 간의 불일치한 측정치는 검사 후 다시 듣고 검사자 간의 최종 일치가 되는 점수로 정하였으며, CAPE-V척도는 두 검사자의 평정치의 평균값을 사용하였다.

2.2.2. 음향학적 평가

음향학적 분석을 하기 위해 방음 시설이 된 음성검사실에서 CSL(Computerized Speech Lab., Kay PENTAX, Lincoln Park, NJ, USA)을 사용하여 음성 샘플을 수집하였다. 음성표본추출률(sampling rate)은 44,100 Hz로 하였고, 마이크는 대상자의 입에서 10 cm 떨어진 위치에서 90도 각도로 Shure사의 SM48 LC 다이나믹 스탠드 마이크를 두고 환자에게 모음 발성 시 편안한 음도와 강도로 편안하게 발성하도록 지시하였으며, ‘가을’ 문단 낭독 시 평상시 습관적인 음도와 강도로 읽도록 지시하였다. 문장 9개는 녹음한 가을 문단을 ‘Gold Wave’ 프로그램을 사용해 편집하여 9개의 문장 파일을 생성하였다. 녹음된 파일은 총 374 개[{단모음 7개+표준 문단(가을) 1개+문단의 하위문장 9개}×22]로 무작위순으로 암호화하여 저장하였다.

기본주파수(F0)와 강도(dB)는 CSL(Computerized Speech Lab., Kay PENTAX)의 RTP(real-time-pitch)를 사용하여 녹음하였으며 ADSV(analysis of dysphonia in speech and voice model)를 이용하여 L/H 비율(dB)와 CPP(dB)를 분석하였다. 모음 분석은 5초간 발성한 음성 표본의 처음과 마지막 100 ms을 제외한 나머지 구간 중 3초를 편집하여 스펙트럼 측정치 L/H ratio(dB)와 캡스트럼 측정치 CPP(dB)를 산출하였다.

2.2.3. 자료 처리 및 통계 분석

수집된 자료의 통계처리는 IBM SPSS Statistics 19.0TM(IBM, New York, NY, USA)를 이용하였다. 모음 환경에 따라 GRBAS, CAPE-V, 음향학적 특성(스펙트럼측정치(L/H ratio), 캡스트럼 측정치(CPP))에 차이가 있는지 알아보기 위해 반복분산분석(repeated measure analysis)을 실시하였으며, 개체 간 반복측정분

석에 대한 통계검정은 Mauchly의 구형성 검정에 의해 구형성이 가정된 경우는 구형성 가정값을 사용하였으며, 구형성 가정을 만족하지 않는 경우는 Greenhouse-Geisser로 수정된 자유도와 F값을 보고하였다. 또한, 개체 내 효과 검정 결과, 통계적으로 유의미한 경우, 개체 내 대비검정을 실시하여 유의성 검정을 실시하였다.

연속구어 환경(문단, 문장)에 따라 GRBAS, CAPE-V, 음향학적 특성(스펙트럼 측정치(L/H ratio), 캡스트럼 측정치(CPP) 차이가 있는지 알아보기 위해 마찬가지로 반복분산분석(repeated measure analysis)을 실시하였으며, 개체 간 반복측정분석에 대한 통계검정은 Mauchly의 구형성 검정에 의해 구형성이 가정된 경우는 구형성 가정값을 사용하였으며, 구형성 가정을 만족하지 않는 경우는 Greenhouse-Geisser로 수정된 자유도와 F값을 보고하였다. 또한, 개체 내 효과 검정 결과, 통계적으로 유의미한 경우, 개체 내 대비검정을 실시하여 유의성 검정을 실시하였다. 연장 모음, 연속 구어 환경(문단, 문장) 간 청지각적 측정치 ‘G’와 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치의 상관성을 보기 위해 피어슨 상관분석(Pearson correlation analysis)을 사용하였으며 통계적 유의수준은 .05 수준에서 검정하였다.

3. 결과

3.1. 모음 종류에 따른 청지각적 평정과 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치 비교

3.1.1. 모음 종류에 따른 GRBAS 척도와 CAPE-V 비교

모음 환경에 따른 GRBAS 척도의 각 청지각적 파라미터의 기술통계량은 표 2와 같다. ‘G’ 척도와 ‘R’ 척도는 /a/에서, ‘B’ 척도는 모음 중 /e/와 /i/에서 높게 나타났으며, ‘S’ 척도는 /u/에서 가장 높게 나타났으나, 일원반복측정분산분석을 실시한 결과, ‘B’ 척도에서만 모음 유형에 따라 유의한 차이를 보였다. 대응별 비교 결과, /e/-/o/($p=.013$)와 /e/-/ɯ/($p=.005$)에서 유의한 차이를 보였으며, /o/-/u/($p=.042$), /o/-/ɯ/($p=.029$)에서 유의한 차이를 보였고, /i/는 /o/($p=.031$)와 /ɯ/($p=.038$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 2. 모음 유형에 따른 GRBAS 척도 측정치

Table 2. GRBAS scale measurements based on Korean vowel type

	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/	/ɯ/	/ɤ/	p-value
G	1.95 (±.79)	1.91 (±.92)	1.68 (±.99)	1.50 (±1.06)	1.64 (±1.02)	1.77 (±.92)	1.73 (±.94)	.056
R	.95 (±.99)	.91 (±1.02)	.73 (±.94)	.73 (±1.08)	.59 (±.96)	.73 (±1.03)	.86 (±1.08)	.527
B	.95 (±.84)	1.23 (±.97)	1.23 (±1.07)	.73 (±.94)	1.09 (±1.11)	1.09 (±.81)	.77 (±.81)	.021*
A	.05 (±.21)	.05 (±.21)	.05 (±.21)	.00 (±.00)	.05 (±.021)	.00 (±.00)	.00 (±.00)	.493
S	.41 (±.96)	.50 (±.86)	.59 (±.91)	.45 (±1.06)	.50 (±.96)	.77 (±1.11)	.64 (±1.18)	.347

M(±SD), * $p<.05$.

한편, 모음 환경에 따른 CAPE-V의 각 청지각적 파라미터의

평균과 표준편차는 표 3과 같다. ‘OS’와 ‘R’ 척도는 /a/에서, ‘B’ 척도는 /i/에서, ‘S’ 척도는 /u/에서, ‘P(Pitch, 음도)’와 ‘L(Loudness, 강도)’는 /e/에서 가장 높게 나타났으나, ‘OS’와 ‘R’, ‘B’ 척도에 서만 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

표 3. 모음 유형에 따른 CAPE-V 측정치
Table 3. CAPE-V ratings based on Korean vowel type

	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/	/ɯ/	/ɤ/	p-value
OS	39.32 (±30.57)	37.50 (±25.87)	35.32 (±25.02)	28.41 (±28.73)	35.95 (±35.61)	34.95 (±37.61)	32.68 (±29.61)	.039*
R	21.64 (±25.43)	15.41 (±19.12)	16.77 (±21.12)	8.50 (±20.08)	10.27 (±19.40)	15.45 (±24.74)	16.32 (±23.58)	.005**
B	33.28 (±29.57)	32.05 (±28.69)	49.00 (±30.27)	21.18 (±32.84)	19.32 (±28.04)	24.00 (±33.45)	25.91 (±31.72)	.000***
S	11.09 (±26.36)	11.68 (±27.40)	10.64 (±25.44)	8.91 (±23.32)	13.09 (±23.76)	15.27 (±29.14)	14.86 (±29.56)	.675
P	7.68 (±14.60)	9.82 (±15.24)	7.86 (±16.46)	7.86 (±11.59)	5.45 (±11.27)	7.00 (±13.89)	6.00 (±11.78)	.560
L	3.50 (±9.35)	5.86 (±11.86)	3.59 (±8.30)	5.59 (±14.74)	3.09 (±9.69)	2.18 (±8.12)	2.86 (±7.86)	.493

M(±SD), * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$, p(p-value).

3.1.2. 모음 환경에 따른 캡스트럼 및 스펙트럼 음향학적 측정치 비교

모음 환경에 따른 캡스트럼(CPP)과 스펙트럼(L/H ratio)음향학적 측정치의 기술통계량은 표 4와 같다. 일원반복측정분산분석을 실시한 결과, CPP는 모음/a/가 가장 높았으며, 모음의 유형에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다[F(6.126)=22.910, $p<.001$]. 반면, L/H ratio는 모음/u/가 39.81± 8.71로 가장 높았으며, 모음별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다[F(4.017,84.351)=53.524, $p<.001$].

표 4. 모음 유형에 따른 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치

Table 4. Cepstral & spectral measures according to Korean vowel type

	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/	/ɯ/	/ɤ/	p-value
F0	184.05 (±44.50)	187.02 (±40.84)	185.82 (±41.42)	183.22 (±39.57)	185.15 (±44.88)	185.97 (±40.97)	185.51 (±40.50)	.902
dB	67.21 (±4.84)	67.41 (±5.09)	66.86 (±7.69)	68.63 (±5.26)	69.24 (±5.53)	68.51 (±5.12)	68.08 (±5.45)	.207
CPP	8.37 (±3.48)	7.80 (±3.55)	5.49 (±2.75)	7.04 (±3.19)	5.95 (±3.40)	7.96 (±3.43)	8.26 (±3.66)	.000***
L/H ratio	28.59 (±8.09)	27.92 (±7.46)	29.25 (±8.29)	39.07 (±8.56)	39.81 (±8.71)	34.12 (±9.12)	32.32 (±8.11)	.000***

M(±SD), *** $p<.05$.

CPP, Cepstral Peak Prominence.

캡스트럼(CPP) 측정치의 대응별 비교 결과, 모음 /a/는 /i/($p<.001$)와 모음 /o/($p=.003$) 및 모음/u/($p<.001$)간 유의한 차이를 보였으며, 모음/e/는 /i/($p<.001$), /o/($p=.025$), /u/($p<.001$)와 유의한 차이를 보였다. 모음/i/는 /o/($p<.001$), /u/($p<.001$), /ɯ/($p<.001$)간에 유의한 차이를 보였다. 모음/o/는 /u/($p=.005$), /u/($p=.001$), /ɤ/($p<.001$)와 유의한 차이를 보였으며, 모음/u/는 /u/($p<.001$)와 /u/($p<.001$)와 유의한 차이를 보였다.

한편, 스펙트럼(L/H ratio) 측정치의 대응별 비교 결과, 모음 /a/는 모음 /o/($p<.001$)와 /u/($p<.001$) 및 모음/u/($p<.001$), 모음

/ɲ(p<.001)간 유의한 차이를 보였으며, 모음/e/는 /o(p<.001), /u(p<.001), /w(p<.001), /ɲ(p<.001)간에 유의한 차이를 보였다. 모음/i/는 /o(p<.001), /u(p<.001), /w(p<.001), /ɲ(p<.001) 간에 유의한 차이를 보였다. 모음/o/는 모음/w(p<.001), /ɲ(p<.001)와 유의한 차이를 보였으며, 모음/u/는 /w(p<.001),/ɲ(p<.001) 간에 유의한 차이를 보였다.

3.1.3. 모음 종류에 따른 청지각적 평정과 음향학적 측정치 간 상관

모음 종류에 따른 ‘G’점수와 CPP 측정치 간의 상관성을 알아보기 위하여 피어슨 상관분석을 실시하였으며, 결과는 표 5와 같다.

‘G’점수와 CPP측정치는 모든 모음에서 통계적으로 유의한 부적 상관성을 보였으나, 그 중에서도 모음/o/ ($r=-.889, p<.001$), /a/($r=-.832, p<.001$), /ɲ($r=-.818, p<.001$), /e/($r=-.889, p<.001$), /u/($r=-.766, p<.01$)는 G점수와 CPP가 높은 상관성을 보였으며, 모음/e/ ($r=-.615, p<.01$), /i/($r=-.603, p<.01$)는 G점수와 CPP가 중간 정도의 상관성을 보였다.

표 5. 한국어 모음 간 CPP 값과 GRBAS 척도의 ‘G’점수 간 관계
Table 5. Relationship between CPP measures and ‘G’ scores in GRBAS scale among the Korean vowels

G	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/	/w/	/ɲ/
/a/	-.832***	-.628**	-.637***	-.812***	-.701**	-.605**	-.689**
/e/	-.781***	-.615**	-.646**	-.875***	-.709***	-.788***	-.837***
/i/	-.713***	-.742***	-.603**	-.874***	-.773***	-.770***	-.843***
/o/	-.675***	-.679**	-.697***	-.889***	-.763***	-.693***	-.790***
/u/	-.611**	-.670**	-.584**	-.854***	-.766***	-.723***	-.737***
/w/	-.589**	-.677**	-.650**	-.843***	-.777***	-.818***	-.782***
/ɲ/	-.686**	-.696**	-.640**	-.867***	-.800***	-.775***	-.819***

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.
CPP, cepstral peak prominence.

3.2. 표준문단 ‘가을’의 문장 위치에 따른 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치 비교

문장 위치에 따른 기본주파수(F0), 강도(dB), 캡스트럼(CPP) 및 스펙트럼(L/H ratio)음향학적 기술통계량은 표 6과 같다.

기본주파수(F0)는 모음 중 /e/(187.02±40.84)가 가장 높았으며, 강도(dB)는 /u/(69.24±5.53)가 가장 높았으나, 기본주파수(F0)는 모음의 유형에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며[F(2.821,59.248)=.177, $p=.902$], 강도도 유의한 차이를 보이지 않았다[F(1.634,34.317)=1.663, $p=.207$].

CPP값은 첫 번째 문장(5.49±2.09)이 가장 높게 나타났으며, L/H ratio값은 두 번째 문장(29.83±5.64)이 가장 높았으며, 캡스트럼(CPP)과 스펙트럼(L/H ratio) 측정치는 모두 유의한 차이를 보였다($p<.001$).

CPP 경우, 1-2, 1-3, 1-4, 1-6, 1-7, 1-8, 1-9, 1문장-표준문단 간 유의한 차이를 보였으며($p<.001$), 2-3, 2-4, 2-6, 2-7, 2-8, 2-9. 2문

장-표준문단, 3-5, 3-8, 4-5, 5-6, 5-7, 5-8, 5-9, 5문장-표준문단, 6-8, 7-8, 8-9, 8문장-표준문단 간 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

L/H ratio 경우, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 1-8, 1-9, 1문장-표준문단과 유의한 차이를 보였으며, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 2-8, 2-9, 2문장-표준문단, 3-4, 3-8, 3문장-표준문단, 4-5, 4-6, 4-7, 4문장-표준문단, 5-6, 5-7,5-8, 5-9, 5문장-표준문단, 6-8, 7-8, 7-9, 7-표준문단, 8문장-표준문단 간 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

표 6. 한국 표준문단 ‘가을’의 문장 위치에 따른 캡스트럼과 스펙트럼 측정치

Table 6. Cepstral and spectral measures according to sentence position in Korean standardized passage ‘kaeul’

S.P.	F0	dB	CPP	L/H ratio
1st	179.74 (±32.80)	65.13 (±5.10)	5.49 (±2.09)	29.53 (±5.99)
2nd	178.32 (±33.27)	62.32 (±8.91)	4.80 (±1.86)	29.83 (±5.64)
3rd	178.46 (±33.81)	63.65 (±4.66)	4.43 (±1.70)	28.39 (±4.94)
4th	179.79 (±33.69)	63.51 (±4.69)	4.35 (±1.76)	26.91 (±5.27)
5th	181.39 (±33.29)	64.39 (±5.01)	4.97 (±2.13)	27.75 (±5.16)
6th	180.12 (±33.21)	64.02 (±5.07)	4.43 (±1.87)	28.42 (±4.99)
7th	180.75 (±32.77)	64.38 (±5.06)	4.38 (±1.83)	28.71 (±4.94)
8th	182.72 (±36.31)	63.83 (±4.84)	4.19 (±1.78)	27.24 (±4.76)
9th	180.88 (±33.49)	63.75 (±4.72)	4.30 (±1.83)	27.25 (±5.86)
S.P	179.65 (±34.35)	63.75 (±4.93)	4.34 (±1.79)	27.76 (±4.85)
p	.293	.271	.000***	.000***

M(±SD), *** $p<.001$.

CPP, cepstral peak prominence; S.P., standardized paragraph.

3.3. 연장 모음과 표준 문단의 문장 간 청지각적 평정 및 음향학적 상관성

3.3.1. 모음 유형과 문장 위치 간의 캡스트럼(CPP) 상관성

연장 모음과 문장 간의 캡스트럼(CPP)의 상관관계를 분석한 결과 모두 유의한 정적상관관계를 보였다. 두 번째 문장은 대부분의 모음과 높은 상관성을 보였는데, 모음/a/와 가장 높은 상관관계를 보인 것은 두 번째 문장이었고($r=.834, p<.001$), /e/($r=.871, p<.001$)도 두 번째 문장과 상관성이 가장 높았다. 모음/i/와 가장 높은 상관관계를 보인 것은 두 번째 문장과 표준 문단이었다($r=.869, p=.005$). 모음/o/($r=.812, p<.001$)와 모음/u/($r=.713, p<.001$), 모음/w/($r=.821, p<.001$), 모음/ɲ/($r=.810, p<.001$) 모두 두 번째 문장과 가장 높은 상관성을 보였다(표 7).

표 7. 한국어 모음과 표준문단 ‘가을’ 하부 문장 간 CPP 값의 상관관계
Table 7. CPP Correlation between the Korean vowels and sentences

S.P.	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/	/w/	/ɮ/
1st	.799***	.826***	.805***	.778***	.688***	.771***	.771***
2nd	.834***	.871***	.869***	.812***	.713***	.821***	.810***
3th	.786***	.788***	.822***	.759***	.654**	.750***	.752***
4th	.748***	.783***	.809***	.742***	.658**	.747***	.709***
5th	.663**	.739***	.762***	.694***	.579*	.721***	.653***
6th	.759***	.818***	.831***	.738***	.694***	.781***	.740***
7th	.717***	.806***	.804***	.710***	.613**	.742***	.702***
8th	.736***	.809***	.819***	.730***	.657**	.746***	.723***
9th	.724***	.792***	.818***	.714***	.636**	.723***	.702***

** $p < .01$, *** $p < .001$.

CPP, cepstral peak prominence; S.P., standardized paragraph.

3.3.2. 문장 위치에 따른 GRBAS의 ‘G’와 캡스트럼 측정치와 CPP간 상관

표준문단의 하부 문장 간 GRBAS의 ‘G’ 파라미터와 CPP값의 상관성을 알아보기 위하여 피어슨 상관분석(Pearson correlation analysis)을 실시하였으며, 결과는 표 8과 같다. 모든 하부 문장들은 GRBAS의 ‘G’ 파라미터와 CPP값 간에 유의한 부적 상관관계를 보였다.

3.4. 모음 환경에 따른 청지각적 평정과 음향학적 특성 차이

모음 환경에 따라 청지각적 평정인 GRBAS 척도를 사용하여 각 파라미터 간의 측정치의 차이를 살펴본 결과, GRBAS 척도는 모음 유형에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, ‘B’ 척도에서만 모음 간에 유의한 차이를 나타내었다($p < .001$).

4. 논의 및 결론

본 연구는 음성장애 환자의 청지각적 평정 및 음향학적 평가시 사용하는 발화 과제에 영향을 살펴보기 위하여 모음의 종류 및 표준문단 내 문장의 위치에 따라 비교하였다. 이러한 결과는 GRBAS 척도를 이용하여 청지각적으로 음질을 평가할 때 모음의 유형에 따라 크게 영향을 받지 않는다는 것을 의미하며, 특

히, ‘G’, ‘R’, ‘A’, ‘S’ 척도는 어떠한 모음을 사용해도 음성장애 환자의 음질을 측정하는 데에 차이가 없음을 시사하였다. 하지만, /i/와 /e/모음과 같은 고모음에서 통계적으로 유의하게 높게 나타나 기식성은 모음에 따라 청지각적 평정에 영향을 줄 수 있음을 시사하였다. 반면, CAPE-V 척도를 사용하여 청지각적 평정을 실시한 결과, 모음의 유형에 따라 청지각적 평정 파라미터에 유의한 차이를 보였다. 즉, ‘OS’와 ‘R’ 척도는 모음의 유형에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 이러한 결과는 CAPE-V 척도는 GRBAS 척도로 청지각적 평정을 할 때보다 모음의 유형에 따라 영향을 더 많이 받을 수 있다.

한편, 모음 환경에 따른 음향학적 측정치 차이를 비교한 결과, 캡스트럼 측정치(CPP)와 스펙트럼 측정치(L/H ratio)에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 특히 임상에서 가장 일반적으로 사용하는 /a/모음이 가장 높은 CPP값을 보였으며, 저모음/a/가 고모음/i,u/에 비해 상대적으로 높은 CPP값을 보였다. CPP는 성도의 모양이나 강도 및 강도와 기본주파수에 의해 함께 영향을 받으며, 강도가 클수록, 강도와 기본주파수가 함께 높을수록 CPP가 높게 나타난다고 보고하였다(Sampaio et al., 2021). /a/모음은 개모음이므로 강도와 기본주파수가 다른 모음에 비해 비교적 높게 나타났는데, 이러한 모음의 특성이 CPP값에 영향을 주는 것으로 여겨진다. 반면, CPP는 /i/모음에서 가장 낮게 나타났는데, CPP는 기식성을 가진 음성에서 일반적으로 낮게 나타나 기식성 음성을 선별하는 데 유용한 것으로 보고되었는데(Lowell et al., 2013), 본 연구에서는 CPP가 /i/모음에서 가장 낮게 나타나, /i/모음이 다른 모음에 비해 기식성이 더 높게 측정될 수 있는 모음일 수 있음을 시사하였다. Choi & Choi (2016)의 연구에서는 정상 화자를 대상으로 캡스트럼과 스펙트럼 분석의 모음 유형 효과를 보았을 때, /a, e, u, w, ɮ/모음에서 모든 모음과 유의한 차이가 나타났다고 하였지만($p < .01$), 본 연구의 음성장애 환자군에서는 CPP에서 모음/a/는 모음/i/($p < .001$)와 모음/o/($p = .003$) 및 모음/u/($p < .001$) 간 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 선행연구는 정상 화자를 대상으로 한 연구였으나, 본 연구에서는 음성장애 환자를 대상으로 하였으므로 다른 결과가 나타날 수 있다고 할 수 있다. L/H ratio의 경우, 본 연구의

Table 8. 표준문단 ‘가을’ 하부 문장의 CPP값과 GRBAS 척도의 ‘G’ 파라미터 간 상관관계

Table 8. Correlation between the CPP value and the ‘G’ parameter of the GRBAS scale among the ‘kaeul’ sub-sentences of the ‘kaeul’ standardized paragraph

CPP \ G	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th
1st	-.743***	-.726***	-.729***	-.745***	-.764***	-.783***	-.824***	-.845***	-.828***
2nd	-.740***	-.719***	-.690***	-.735***	-.729***	-.719***	-.845***	-.821***	-.807***
3rd	-.800***	-.728***	-.683***	-.797***	-.768***	-.789***	-.820***	-.830***	-.794***
4th	-.799***	-.759***	-.651**	-.782***	-.737***	-.756***	-.826**	-.790***	-.766***
5th	-.773***	-.746***	-.682***	-.805***	-.775***	-.768***	-.841***	-.794***	-.790***
6th	-.730***	-.712***	-.648**	-.762***	-.758***	-.783***	-.851**	-.782***	-.778***
7th	-.748***	-.662**	-.638**	-.751***	-.756***	-.777**	-.809**	-.768***	-.762***
8th	-.778***	-.709***	-.656**	-.772***	-.768***	-.792***	-.846**	-.822***	-.807***
9th	-.793***	-.708***	-.656**	-.782***	-.766***	-.789***	-.838**	-.819***	-.792***
S.P.	-.777***	-.722***	-.668**	-.779***	-.767	-.790	-.845	-.814	-.795

** $p < .01$, *** $p < .001$.

CPP, Cepstral Peak Prominence; S.P., standard paragraph.

음성장애 환자에서도 모음에 따라 유의한 차이를 보였는데, 모음 /u/가 가장 높게 나타났으며, 모음/e/에서 가장 낮은 값을 보였다.

정상 화자를 대상으로 한 Choi & Choi (2016)의 선행연구에서도 /u/모음에서 L/H ratio값이 가장 높게 측정되었으나, /i/모음에서 가장 낮은 L/H ratio값을 보였다. 따라서, 원순모음은 장애 음성에서도 4 kHz를 기준으로 고주파수 에너지보다 저주파수 에너지가 더 높음을 시사하였다.

4.1. 모음 유형과 표준 문단의 문장 위치 간 음향학적 상관

연장 모음 유형과 문장 위치 간 CPP의 상관관계를 살펴본 결과, 모두 유의한 정적상관관계를 보였다. 특히, 두 번째 문장은 표준문단 전체와도 가장 상관성이 높았으며, 모든 모음과 가장 높은 상관성을 보였다. 국외의 경우나 국내 경우, 청지각적 평정이나 음향학적 평가 시 환자에게 표준 문단을 다 읽도록 요구하기보다는 첫 번째나 두 번째 문장을 읽도록 하는 경우가 많았다(Choi & Choi, 2016; Lee & Shin, 2010; Lowell et al., 2011; Maryn et al., 2010; Moers et al., 2012; Shim et al., 2016). 본 연구 결과를 비추어 볼 때, 두 번째 문장은 전체 표준문단 대신 사용해도 큰 문제가 없을 것으로 보인다.

이와 더불어, 문장 위치 간 음향학적 측정치 차이 결과, 캡스트럼 측정치(CPP)와 스펙트럼 측정치(L/H ratio)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 연결 발화와 청지각적 상관성이 높다고 알려진 CPP는 문장 위치 간 변이성을 보였는데 첫 번째 문장이 가장 높게 나타났으며, 문장 뒷부분에서 CPP가 유의하게 낮아지는 경향을 보였다. 이는 선행 연구에서와 동일한 결과로(Lee et al., 2017b; Watts & Awan, 2015) 문장 낭독 시 시간이 지남에 따라 근긴장이나 음성피로가 더 증가하는 것을 의미할 수 있을 것이다.

Choi & Choi (2016)의 선행연구에서는 ‘가을’과 ‘산책’의 문단이 모음에 비해 CPP값과 L/H ratio값이 유의하게 낮게 나타났다. 이는 두 표준문단이 모음에 비해 성대 진동이 되지 않는 분절음 부분이 많고 파열음과 마찰음, 파찰음과 같은 음소로 구성되어 있기에 때문이라고 여겨진다고 하였다. 본 연구에서는 ‘가을’ 문단을 이루고 있는 9개의 하위문장 간에 CPP와 L/H ratio 측정치에 유의한 차이를 보였는데, 이러한 결과는 문장별로 포함된 모음과 자음의 종류에 차이가 있으며, 이러한 음소의 특징이 캡스트럼이나 스펙트럼 측정치에 영향을 준 것으로 보인다.

검사어 문맥 간에 음향학적 상관성이 있는지 보았을 때, 각 모음과 연속 구어 유형(문단, 문장) 간의 기본주파수(F0)와 강도, CPP, L/H ratio는 모든 유형의 모음과 문장 위치, 전체 표준문단 간에 모두 유의한 정적상관관계를 보였다. 단모음 7개와 가장 높은 상관성을 보인 문장은 모두 문장 2번으로 나타났다.

Choi & Choi (2016)의 선행연구에서는 연결 발화의 음질과 상관성이 가장 높다고 알려진 CPP값과 L/H ratio값은 표준문단(가을 vs 산책)에 따라 서로 다른 모음과 낮은 상관성을 보이거나 상관성이 없었다. 또한, 음질 평가 시 가장 많이 사용되는 모음 /a/는 표준화 문구로 현재 사용되는 두 문단과 CPP 측정치 간 상

관성을 보이지 않아 음질을 측정하기 위한 대표성 모음으로 사용하기에 충분한 증거를 뒷받침하지 못한다고 하였다. 하지만, 본 연구에서는 표준문단 전체를 분석하지 않고 문단을 이루고 있는 문장들을 따로 분리하여 분석한 결과, 두 번째 문장이 가장 높은 상관성을 보이는 것으로 나타났다.

한편, 각 모음과 표준문단 간 GRBAS 척도의 ‘G’는 모두 유의한 정적상관관계가 나타났으며, 그 중 표준 문단 ‘G’와 가장 높은 상관성을 보인 모음은 /e/였다($p < .001$).

모음 환경과 표준문단 간 CAPE-V의 ‘OS’ 척도 상관성은 모두 유의한 정적상관관계가 나타났다. 모음 환경, 연속 구어 유형(문단, 문장) 간 청지각적 측정치 ‘G’ 척도와 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치의 상관성 분석한 결과 모음 환경, 연속 구어 유형(문단, 문장) 간 모두에서 유의한 부적 상관관계를 보였다. 이와 같은 결과는 Anders et al.(1988)과 Webb et al.(2004)의 선행연구에서 발표한 음성의 전반적인 중증도를 평가하는 ‘G’는 객관적 음성평가와의 상관관계가 높게 나온 결과와 일치하였다.

본 연구를 통해, 다음과 같은 임상적 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

첫째, 임상에서 가장 많이 사용하는 /a/모음은 GRBAS 척도를 이용해서 음질을 평가할 때 ‘G’, ‘R’, ‘B’, ‘A’, ‘S’의 척도에서 다른 모음과 유의한 차이를 보이지 않았으므로, GRBAS 척도를 이용한 청지각적 평정 시 음질 척도 간 영향을 주지 않고 사용할 수 있을 것이다. 하지만, /i/모음을 사용한다면, 기식성에서 다른 모음에 비해 높게 기식성을 평가할 가능성이 있다.

둘째, 모음 유형은 ‘B’를 제외한 GRBAS 척도의 청지각적 중증도에 영향을 미치지 않았지만, CAPE-V의 ‘OS’, ‘R’, ‘B’에 영향을 주었다($p < 0.05$). 즉 ‘CAPE-V 척도’를 이용한 청지각적 평정 시에 모음에 따라 유의한 차이를 보였으며, 모음의 유형이 청지각적 평정에 영향을 주는 것으로 나타났다. 특히, 전반적 중증도(OS)와 조 조성(R)은 모음/a/가 통계적으로 가장 유의하게 높게 나타났으며, 기식성(B)은 모음/i/에서 통계적으로 가장 유의하게 높게 나타났다. 따라서, CAPE-V를 사용한 청지각적 평정 시 /a/와 같은 하나의 모음만을 사용하기보다는 /a/와 /i/ 모음을 함께 사용하는 것이 전반적인 중증도나 기식성을 평가하는데 민감한 특성을 반영할 수 있을 것이다.

셋째, 연결 발화에서는 GRBAS 척도의 ‘G’ 척도는 청지각적 중증도에 대해 문장 위치에 상관없이 표준문단과 9개 하위문장 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, ‘G’ 척도는 모음과 마찬가지로 표준 문단 중 어떠한 하위 문장을 사용하더라도 표준문단 ‘가을’과 차이가 없었다.

넷째, 모음과 표준문단 간의 GRBAS의 ‘G’ 척도의 상관관계를 분석한 결과 모든 모음이 ‘G’ 척도와 유의한 정적상관관계를 보였다. 따라서, ‘G’ 척도에서는 ‘가을’문단과 함께 모음의 유형에 상관없이 모음을 사용하여 청지각적 평정을 할 수 있을 것으로 여겨진다.

다섯째, CPP와 L/H ratio는 문장 위치뿐 아니라 모음 유형에도 영향을 받았다. 각 모음과 표준 문단 간 유의한 양의 상관성을 보였으며, 특히, 모음/e/가 표준 문단과 가장 상관성이 높았

다($r=.806$). 또한 표준 문단과 9개 문장 간 모두 유의한 양의 상관관계를 보였다.

여섯째, 청지각적 중증도와 높은 상관관계가 있는 것으로 알려진 표준문단의 CPP의 경우, 모든 모음, 9개 문장 및 표준 문단에서 GRBAS 척도의 'G'와 유의한 부적 상관성이 있었고, /e/모음($r=-.739$)과 가장 높은 상관성을 보였다.

일곱째, 각 모음과 표준문단, 문장 위치 간 켈스트럼 측정치 CPP의 상관성을 본 결과, 단모음 7개와 가장 높은 상관성을 보인 문장은 2번째 문장('무엇보다도 산에 오를 땀 더욱더 그 빼어난 아름다움이 느껴진다')이었다.

특히, 연결발화는 다양한 모음과 자음이 포함되어 있으므로 모음의 효과 이외에 자음이 음질에 영향을 미칠 수 있다. 2번째 문장은 다른 문장보다 자-모음 비율이 51:49로 가장 유사한 것으로 나타났는데, 추후 연구에서는 각 하위문장의 자-모음 비율이 음향학적 측정치에 영향을 미치는지 살펴볼 필요가 있을 것이다. 후속 연구에서는 각 하위문장의 자음의 음소 형태, 어절 길이, 음절수와 같은 음성 음향학적 문맥을 구체적으로 분석하여 각 하위문장의 문맥에 대해 검증할 필요가 있다. 또한 하위문장의 길이가 다르기 때문에 추후연구에서는 각 하위문장의 길이에 대한 영향을 살펴볼 필요가 있다. 또한, 모음의 유형뿐만 아니라 연결 발화 시 문장의 유형이나 문장의 위치가 청지각적 평정이나 켈스트럼 및 스펙트럼 측정치에 영향을 줄 수 있으므로 모음 유형과 9개의 문장 위치에 따른 기준치를 제공하는 것이 필요할 것이다. 마지막으로, 독립변수의 요인(모음 유형 7개, 문장 유형 9개)이 많은 데 비해 효과 크기를 살펴 보기 위하여 반복측정분산분석을 실시하기에는 대상자 수가 적은 단점이었다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 아직까지 임상에서 청지각적 평정이나 음향학적 평가와 같은 필수 검사 시 구체적인 임상 지침이 없는 상황에서 발화 과제의 영향을 살펴본 것에 의의가 있다.

본 연구에서는 다양한 음성장에 샘플을 포함하지 못했으나, 종합적으로 살펴볼 때, 음성 평가 시 모음을 사용할 때, /a/뿐만 아니라, /i/모음을 함께 사용하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 또한, /e/모음은 표준 문단과 문장과 청지각적 상관성이 높았으므로, 임상에서 /e/모음도 바쁜 임상 현장에서 표준문단 대신 사용이 가능할 것이다. 또한, 표준 문단 전체를 낭독하지 않더라도, 표준문단 중 두 번째 문장을 사용할 때 음질 측정에 큰 문제가 없을 것으로 사료된다. 또한, 음성장에 신호가 대부분 비주기적인 신호임을 감안할 때 CPP와 같은 켈스트럼 측정치와 함께 이와 가장 청지각적으로 상관성이 높은 두 번째 문장을 사용하는 것이 바람직할 것으로 여겨진다. 따라서, 본 연구는 기존의 음향학적 평가와 청지각적 평가 시 검사어 문맥에 대한 임상적 근거를 제공함으로써 보다 타당성 있고, 신뢰로운 음성 평가를 하는 데 기여할 수 있을 것이다.

References

Anders, L.C., Hollien, H., Hurme, P., Sonninen, A., & Wendler, J.

(1988). Perception of hoarseness by several classes of listeners. *Folia Phoniatrica*, 40(2), 91-100.

Brinca, L.P., Batista, A.P.F., Tavares, A. I., Goncalves, I. C., & Moreno, M. L. (2014). Use of cepstral analyses for differentiating normal from dysphonic voices: A comparative study of connected speech versus sustained vowel in European Portuguese female speakers. *Journal of Voice*, 28(3), 282-286.

Cheong, O. R. (1993). *Neurogenic language disorder diagnostic tool*. Daegu: Korean Speech-Language & Hearing Association.

Choi, S. (2013). Speech-language pathologists' voice assessment and voice therapy practices: A survey for standard clinical guideline and evidence-based practice. *Communication Sciences & Disorders*, 18(4), 473-485.

Choi, S. H. (2018). Development of Korean standardized sentences on voice quality evaluation for dysphonia. *Audiology and Speech Research*, 14(2), 128-142.

Choi, S. H. & Choi, C. H. (2009). Multiple average ratings of auditory perceptual analysis for dysphonia. *Phonetics and Speech Sciences*, 1(4), 165-170.

Choi, S. H. & Choi, C. H. (2014). The Utility of Perturbation, Non-linear dynamic, and cepstrum measures of dysphonia according to Signal Typing. *Phonetics and Speech Sciences*, 6(3), 63-72.

Choi, S. H., & Choi, C. H. (2016). The effect of gender and speech task on cepstral- and spectral-measures of Korean normal speakers. *Audiology and Speech Research*, 12(3), 157-163.

Kang, Y. A., & Seong, C. J. (2012). A cepstral analysis of breathy voice with vocal fold paralysis. *Phonetics and Speech Sciences*, 4(2), 89-94.

Kim, H. H. (1996, February). Perceptual, acoustical, and physiological tools in ataxic dysarthria management: A case report. *Proceedings of the KSPS Conference* (pp. 9-22). Seoul, Korea.

Kim G. H., Lee Y. W., Bae I. H., Park H. J., Lee J. S., Wang S. G., & Kwon S. B. (2016). A Cepstral Analysis of Voices With Glottic Cancer and Laryngeal Leukoplakia: Sustained Vowels and Continuous Speech. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 25(3), 135-145.

Kreiman, J., & Gerratt, B. R. (1998). Validity of rating scale measures of voice quality. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(3 Pt 1), 1598-1608.

Lee, J. M., Roy, N., Peterson, E., & Merrill, R. M. (2017a). Comparison of two multiparameter acoustic indices of dysphonia severity: The acoustic voice quality index and cepstral spectral index of dysphonia. *Journal of Voice*, 32(4), 515.E1-515.E13.

Lee, M. S & Shin, H. J. (2010). The comparative study of auditory-perceptive evaluation and acoustic analyses on vowels and connected speech of dysphonia. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 19(4), 17-37.

- Lee, S., Lim, S., & Choi, H. (2017b). A comparison of cepstral and spectral measures according to measurement position in a reading passage. *Communication Sciences & Disorders*, 22(4), 818-826.
- Lowell, S. Y., Colton, R. H., Kelley, R. T., & Hahn, Y. C. (2011). Spectral- and cepstral-based measures during continuous speech: Capacity to distinguish dysphonia and consistency within a speaker. *Journal of Voice*, 25(5), E223-E232.
- Lowell, S. Y., Colton, R. H., Kelley, R. T., & Mizia, S. A. (2013). Predictive value and discriminant capacity of cepstral-and spectral-based measures during continuous speech. *Journal of voice*, 27(4), 393-400.
- Maryn, Y., Corthals, P., Van Cauwenberge, P., Roy, N., & De Bodt, M. (2010). Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: combining continuous speech and sustained vowels. *Journal of voice*, 24(5), 540-555.
- Maryn, Y., Roy, N., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P., & Corthals, P. (2009). Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(5), 2619-2634.
- Moers, C., Möbius, B., Rosanowski, F., Nöth, E., Eysholdt, U., & Haderlein, T. (2012). Vowel-and text-based cepstral analysis of chronic hoarseness. *Journal of Voice*, 26(4), 416-424.
- Murry, T., & Doherty, E. T. (1980). Selected acoustic characteristics of pathologic and normal speakers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 23(2), 361-369.
- Parsa, V., & Jamieson, D. G. (2001). Acoustic discrimination of pathological voice: Sustained vowels versus continuous speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(2), 327-339.
- Patel, R. R., Awan, S. N., Barkmeier-Kraemer, J., Courey, M., Deliyski, D., Eadie, T., Paul, D., Švec, J. G., & Hillman, R. (2018). Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American speech-language-hearing association expert panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(3), 887-905.
- Sampaio, M. C., Bohlender, J. E., & Brockmann-Bauser, M. (2021). Fundamental frequency and intensity effects on cepstral measures in vowels from connected speech of speakers with voice disorders. *Journal of Voice*, 35(3), 422-431.
- Shim, H. J., Jung, H., Lee, S. A., Choi, B. H., Heo, J. H., & Ko, D. H. (2016). Cepstral and spectral analysis of voices with adductor spasmodic dysphonia. *Phonetics and Speech Sciences*, 8(2), 73-80.
- Shin, J. Y., & Cha, J. E. (2003). *Korean system of sounds: for the study of phonology in the Korean language*. Seoul: Hankookmunhwasa.
- Shin, Y. J., Hong, K. H., Sim, H. S. (2011). Differences in GRBAS scales and shimmer according to vocal sample types in people with vocal disorders. *Phonetics and Speech Sciences*, 3(3), 149-155.
- Watts, C. R., & Awan, S. N. (2015). An examination of variations in the cepstral spectral index of dysphonia across a single breath group in connected speech. *Journal of Voice*, 29(1), 26-34.
- Yoo, M., Choi, S., Choi, C., & Lee, K. (2017). Usefulness of cepstral acoustic index for estimating objective dysphonia severity. *Communication Sciences & Disorders*, 22(3), 587-596.
- Yu, M., Choi, S. H. Choi, C. H., & Choi, B. (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.
- Webb, A.L., Carding, P.N., Daery, I. J., MacKenzie, K., Steen, N., Wilson, J.A. (2004). The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia. *European Archives of Otorhinolaryngology*, 261(8), 429-34.
- Zraick, R. I., Kempster, G. B., Connor, N. P., Thibeault, S., Klaben, B. K., Bursac, Z., Thrush, C. R., ... Glaze, L. E. (2011). Establishing validity of the consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V). *American Journal of Speech-Language Pathology*, 20(1), 14-22.

• **최미현 (Mi-Hyeon Choi)**

대구가톨릭대학교 일반대학원 언어청각치료학과 박사과정
 JH 박준희 이비인후과
 경북 경산시 하양읍 하양로 13-13
 Tel: 02-516-1150
 Email: chl3098@naver.com
 관심분야: 음성장애

• **최성희 (Seong Hee Choi)** 교신저자

대구가톨릭대학교 언어청각치료학과 교수
 경북 경산시 하양읍 하양로 13-13
 Tel: 053-850-2542
 Email: shgrace@cu.ac.kr
 관심분야: 음성장애, 음성의학, 삼킴장애, 신경말장애

모음 유형과 표준문단의 문장 위치가 음성장애 환자의 청지각적 및 캡스트럼 및 스펙트럼 분석에 미치는 효과

최 미 현^{1,2} · 최 성 희^{1,3}

¹대구가톨릭대학교 일반대학원 언어청각치료학과, ²제이에이치 박준희 이비인후과,
³대구가톨릭대학교 언어청각치료학과, 가톨릭청각음성언어센터, 생체모방감각연구소

국문초록

청지각적 평가 및 음향학적 분석은 음성평가를 위해 임상 현장에서 일반적으로 사용해오고 있다. 본 연구는 음성장애 환자의 청지각적 및 음향학적 측정 시 말 과제 효과를 조사하고자 한다. 음성장애로 진단받은 총 22명의 환자로부터 모음연장발성(/a/, /e/, /i/, /o/, /u/, /w/, /ʌ/)과 연속구어('가을' 표준문단의 9개 하위문장)를 녹음하였다. 음성장애 평가 및 치료 경험에 있는 2명의 음성언어치료사가 맹검 및 무작위 음성 샘플을 사용하여 GRBAS('G', 'R', 'B', 'A', 'S') 척도 및 CAPE-V('OS', 'R', 'B', 'S', 'P', 'L')를 사용하여 청지각적 평가를 실시하였다. 또한, ADSV(analysis of dysphonia in speech and voice model)를 이용하여 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치를 구하였다. 모음 유형에 따라 GRBAS 척도에서 'B'를 제외하고 청지각적 평가에 영향을 미치지 않았으나, CAPE-V에서는 'OS', 'R', 'B'에 영향을 미쳤다($p < .05$). CPP 및 L/H ratio는 모음 유형과 문장 위치의 영향을 받았다. 표준문단의 CPP값은 모든 모음에서 'G', 하위 9문장과 유의미한 부적 상관 관계가 나타났고, 특히, /e/ 모음($r = -.739$)에서 가장 높은 상관관계를 보였다. 두 번째 문장의 CPP는 모든 모음과 높은 상관관계를 보였다. CAPE-V는 말 자극에 따라 GRBAS보다 청지각적 평가에 더 많은 영향을 받을 수 있으며, 'B' 척도, CPP, L/H ratio는 모음 유형과 자음을 포함한 문장 위치에 따라 영향을 받았다. 따라서, 음성 장애 환자의 음성 평가에서 모음을 사용할 때는 '/a/뿐만 아니라' 기식상·음질과 음향적으로 상관성이 높은 /i/모음을 함께 사용하는 것이 유용할 수 있다. 또한 /e/모음은 한국 표준문단 '가을' 및 하위 문장들과 음향적으로 상관성이 높았으므로 문단 대신 사용할 수 있을 것이다. 또한, 음성장애에 신호들이 대부분 비주기적이라는 점을 감안할 때, CPP와 함께 표준문단 중 가장 음향적으로 상관성이 높은 두 번째 문장을 사용할 수 있을 것이다. 이러한 결과는 말과제가 청지각적 평가 및 음향학적 측정에 미치는 영향에 대한 임상적 증거를 제공하며, 이는 음성장애 환자의 음성 평가에 대한 가이드라인을 제공하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

핵심어: 청지각적 평가, 캡스트럼, 스펙트럼, 모음 유형, 문장 위치, 음성장애

참고문헌

- 김근효, 이연우, 배인호, 박희준, 이재석, 왕수건, 권순복 (2016). 성문암과 후두백반증 음성의 캡스트럼 분석 및 청지각적 평가: 모음과 연속발화. *언어치료연구*, 25(3), 135-145.
- 김향희(1996). 운동실조형 마비성구음장애에 적용되는 지각적, 음향학적, 생리학적 도구에 관하여: 환자 사례를 중심으로. *제2회 음성학 학술대회 자료집* (pp. 9-22).
- 강영애, 성철재(2012). 성대마비로 인한 기식 음성에 대한 Cepstral 분석. *말소리와 음성과학*, 4(2), 89-94.
- 유미옥, 최성희, 최철희, 최병훈 (2018). 모음과 연결발화에서 캡스트럼 음향 지표의 정상 및 음성장애 예측. *Communication Sciences & Disorders*, 23(4), 1055-1064.
- 신유정, 홍기환, 심현섭(2011). 음성장애와 샘플유형에 따른 GRBAS 측정치 및 shimmer비교. *말소리와 음성과학*, 3(3), 149-155.
- 신지영, 차재은 (2003). 우리말 소리의 체계: 국어 음운론 연구를 위하여. 서울: 한국문화사.
- 심희정, 정훈, 이수안, 최병훈, 허정화, 고도홍. (2016). 내전형연측성 발성장애 음성에 대한 캡스트럼과 스펙트럼 분석. *말소리와 음성과학*, 8(2), 73-80.
- 이명순, 신혜정 (2010). 모음과 연속구어에 대한 청지각 평가와 음향학적 분석에 대한 비교. *언어치료연구*, 19(4), 17-37.
- 이승진, 임성은, 최홍식(2017). 문단내 위치에 따른 캡스트럼 및 스펙트럼 측정치 비교. *Communication Sciences & Disorders*, 22(4), 818-826.
- 정옥란 (1993) *신경언어장애진단도구*. 대구: 한국언어치료학회.
- 최성희, 최철희 (2016). 한국 정상 화자의 캡스트럼과 스펙트럼 측정치의 성별과 발화 과제 효과. *Audiology & Speech Research*, 12(3), 157-163.
- 최성희(2018). 음성장애환자의 음질 평가를 위한 표준문장 개발. *Audiology & Speech Research*, 14, 128-142.
- 최성희(2013). 음성언어재활사의 음성평가와 음성치료의 임상실제: 표준 입상지침과 증거기반중재를 위한 설문조사. *Communication Sciences & Disorders*, 18(4), 473-485.
- 최성희, 최철희(2014). 음성 신호 분류에 따른 장애 음성의 변동률 분석, 비선형 동적 분석, 캡스트럼 분석의 유용성. *말소리와 음성과학*, 6(3), 63-72.
- 최성희, 최홍식(2009). 음성장애에 대한 청지각분석의 다중평균평가. *말소리와 음성과학*, 1(4), 165-170.