



경도 마비말장애 환자의 발화 유형에 따른 모음 특성 비교

The change of vowel characteristics for the dysarthric speech along with speaking style

김지연 · 성철재*

Kim, Jiyoun · Seong, Cheoljae

Abstract

The purpose of present study is to examine differences between habitual speech (HS) and clear speech (CS) in individuals with mild dysarthria. Twelve speakers with mild dysarthria and twelve healthy control speakers read sentences in two speaking styles. Formant and intensity related values, triangular area, and center of gravity of /a/, /i/, and /u/ were measured. In addition, formant-ratio variables such as vowel space area(VSA), vowel articulatory index (VAI), formant centralization ratio (FCR) and F2i/F1u ratio (F2 ratio) were calculated. The results of repeated-measures ANOVA showed a significant difference in F2 of vowel /i/ and F2 energy of vowel /a/ between groups. Regarding formant energy, F2 energy of vowel /a/ were observed as meaningful variables between speaking styles. There were significant speaking style-by-group interactions for F2 energy of vowel /a/. These findings indicated that current parameters could discriminate healthy group and mild dysarthria group meaningfully and that speaker with dysarthria had larger clear speech benefit than healthy talkers. We also claim that various acoustic changes of clear speech may contribute to improving vowel intelligibility.

Keywords: dysarthria, speaking style, clear speech

1. 서론

의사소통이 어려운 상황에서 화자는 자신의 의사를 좀 더 쉽게 청자에게 전달하기 위해 발화 유형(speaking style)을 바꾼다. 명확한 의사 전달을 위해 사용하는 말하기 유형 혹은 방식을 명확한 말하기(Clear Speech: 이하 CS)라고 한다(김지연, 2015; Uchanski, 2006 개인용). CS 유형은 청각장애를 가진 청자의 듣기 능력 향상을 위해 화자가 사용하는 발화 유형들을 일컫는데 사용되었으나 최근에는 말장애를 가진 화자의 말 명료도 향상을 위한 치료 방법으로 사용되고 있다(Beukelman *et al.*, 2002). 신경학적인 손상으로 조음 운동 범위가 감소하여 명료도 저하

를 보이는 마비말장애 화자들 치료에도 역시 CS 유형이 사용된다.

여러 연구들의 보고에 의하면 CS 유형은 일상적으로 말하기(Habitual Speech: 이하 HS)에 비해 여러 가지 음향적 측면에서 차이를 보인다고 하였다(Lam *et al.*, 2012). CS 유형으로 발화하면 HS 유형에 비해 음성 강도가 증가하며 기본주파수가 높아지거나 변이성(variability)이 증가된다고 했다(Picheny *et al.*, 1986). 또한 쉼(pause)의 빈도가 증가하고 쉼의 길이가 증가할 뿐 아니라 음소 산출 시간도 증가하여 전반적인 말속도가 느려진다고 하였다. 조음 기관의 움직임이 증가하면서 자음 음소간 구별도 커지고 모음 공간이 넓어지면서 모음의 음향학적 수치가

* 충남대학교, cjseong49@gmail.com, 교신저자

Received 4 July 2016; Revised 2 August 2016; Accepted 22 August 2016

달라지는 효과가 있다고 하였으며, CS 유형이 청자들로 하여금 화자들의 발화를 알아듣기 쉽게 만들어 전반적인 말 명료도를 향상시키는 효과가 있다고 하였다(Sapir *et al.*, 2010).

모음은 말산출에서 중요한 역할을 하며 말 명료도에도 많은 영향을 미친다. 명료도 저하를 보이는 마비말장애 화자들의 대표적인 말 특징 중 하나가 바로 모음 왜곡인데, 왜곡된 모음들이 나타내는 음향학적 특징을 살펴보면, 정상 화자들에 비해 모음의 포먼트 주파수가 중앙화되며, 전설모음이나 고모음의 포먼트가 불안정하다는 것이다(Lansford & Liss, 2014). 이옥분(2010)은 모음의 중앙화가 말장애 정도에 따라 달라질 수 있으며 장애 정도가 심할수록 모음공간면적이 작아진다고 하였으며, 이러한 말장애를 보이는 화자들의 모음 문제를 CS 유형을 사용하여 치료함으로써 어느 정도의 말 명료도 향상을 기대할 수 있다고 하였다. 또한 Ferguson & Kewley-Port(2007)는 마비말장애 화자들을 대상으로 CS 유형을 통해 말 명료도가 향상된 집단과 CS 유형으로도 말 명료도 향상이 적은 집단으로 두 집단을 나누어서 모음 특성을 분석하였다. 그 결과, 모음의 포먼트 수치 변화량은 두 집단 간 차이가 없었지만 CS 유형에서 말 명료도가 향상된 집단이 나머지 집단과 비교하여 CS 유형에서 모음공간면적이 더 넓어지고 모음의 F1 범위가 상대적으로 커졌으며, 전설모음의 F2값이 더 상승했다고 하였다.

최근에는 포먼트 관련 비율 변수들이 모음의 조음 정확성을 더 잘 설명해 준다하여 이에 대한 연구들이 활발하다(심희정 외, 2012). 모음 특성에 사용되는 포먼트 관련 비율 변수로는 VAI(Vowel Articulatory Index), FCR(Formant Centralization Ratio), F2 ratio($\frac{F2/이}{F2/우}$) 등이 있다. VAI와 FCR은 서로 역수 관계로 모음 중앙화를 설명하는데 사용된다. 모음이 중앙화되면 FCR 수치가 증가하고, 모음이 확장되면 반대로 감소한다. F2 ratio는 혀의 전후 움직임과 입술의 원순성에 관한 움직임에 대해 민감한 변수다(Sapir *et al.*, 2010). 이 중 FCR이나 F2 ratio는 경도 마비말장애 화자들의 모음 중앙화를 설명하는데 모음공간면적보다 더 민감한 음향 변수라고 하였다(Skodda *et al.*, 2011).

모음의 포먼트 뿐 아니라 음성 강도 역시 말 명료도에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나이다. 마비말장애 화자들은 불충분한 호흡, 부적절한 음성 기능, 비강 누출(nasal emission) 등을 이유로 음성 강도에서 문제를 나타내며 말 명료도가 저하되는 경향이 있다(김지연, 2015). 파킨슨병 환자를 비롯하여 마비말장애 화자들의 말 명료도 향상을 위한 치료에 자주 사용하는 방법 중 하나가 음성 강도를 증가시키는 것이다. 선행 연구들에서, 발성 노력(vocal effort)의 증가는 말 명료도 상승에 기여한다고 하였다(Picheny *et al.*, 1986). Krause & Braida(2004)에 따르면 CS 유형으로 전반적인 음성 강도가 증가하기도 하지만 주파수대에 따라 강도의 증가폭이 달라진다고 하였다. 즉, CS 유형에서 1000-3150Hz 범위의 스펙트럼 에너지가 증가하게 되는데, 저주파수에 비해 중주파수나 고주파수에서 음성 강도가 더 증가하면서 이것이 말 명료도 향상에 기여하는 것이라고 주장하였다. CS 유형에서 전반적으로 음성 강도가 증가한다는 연구는 많이

있으나 마비말장애 유무에 따라 주파수대에 따라 강도의 증가 폭이 달라지는지에 따라 명료도에 미치는 영향이 다를 수 있으므로 이에 대한 확인이 필요하다.

마비말장애 화자들의 모음 특성에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있으나 연구 대상자들이 주로 음향학적 특성이 두드러지는 파킨슨병 환자에 한하여 연구를 실시하였다. 파킨슨병 환자의 경우 다른 마비말장애와 다르게 말속도가 빠른 편이고 음성 강도가 두드러지게 감소하는 특징을 보인다. 그러므로 CS를 이용한 방법이 치료에 효과적이라고 할 수 있다. 그러나 마비말장애의 하위 유형이나 중증도에 따라 모음 특성이 다르고 그에 따른 CS의 효과가 달라질 수 있으므로 다양한 유형과 중증도를 대상으로 한 연구들이 이루어져야 할 필요가 있다.

경도 마비말장애 화자의 경우 발화의 분절적 요소가 비교적 양호하므로 초분절적인 요소가 말 명료도에 더 영향을 미칠 수 있으며(김지연 2015), 이들에게 민감하게 작용하는 포먼트 파라미터로 경도 마비말장애 화자들의 모음 특징을 보다 명확하게 이해할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 마비말장애 화자의 말 명료도 향상을 위해 임상에서 많이 사용하고 있는 CS 방법이 말 명료도를 향상시키는데 작용할 수 있는 음향학적 요인이 무엇인지 명확하게 알아보려 한다. 또한 CS를 이용한 치료 기법이 모음의 음향학적 특성에 미치는 영향을 살펴보고, 경도 마비말장애 화자군과 정상 대조군의 말하기 유형에 따른 모음의 포먼트나 강도 관련 수치를 측정해서 그 차이를 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

본 연구에 참여한 발화 대상자는 10명(남 7, 여 3)의 경도(mild) 마비말장애를 가진 화자들과 성별과 연령대를 일치시킨 신경학적 이상 소견이 없는 정상군 화자 10명(남 7, 여 3)이다. 후천적인 뇌손상으로 대전 충청 지역 종합병원과 재활병원에서 입원 혹은 통원 치료를 받고 있는 화자를 대상으로 하였다. 마비말장애 유형 중 두드러진 말특징을 가진 과소운동형을 제외한 유형으로 하였고 중증도는 경도로 제한하였다. 연구 대상자 선정은 고열매 외(2010)의 연구를 참고로 하여 다음과 같은 기준을 적용하였다. 첫째, 재활의학과 전문의와 1급 언어재활사에 의해 마비말장애로 진단 받은 자. 둘째, 우리말 조음 음운 검사 결과, 단어 수준에서 조음정확도가 90% 이상인 자. 셋째, MMSE 24점 이상인 자. 넷째, 실어증과 같은 언어 문제를 동반하지 않고 문장 읽기가 가능한 자. 다섯째, 시각장애 및 청각장애가 동반되지 않는 자로 하였다. 연구 대상에 대한 구체적 정보는 <표 1>에 제시하였다. 마비말장애 환자들은 병인에 의해 특성 차이를 많이 나타내므로 병인을 뇌혈관 사고와 뇌수막종으로 제한하였다.

표 1. 마비말장애 화자 정보

Table 1. Dysarthria speaker's characteristics

	age	sex	etiology	type
1	52	남	CI	UUMN
2	51	여	meningioma	spastic
3	57	남	CI	UUMN
4	77	남	CI	spastic
5	54	남	meningioma	ataxic
6	73	남	CI	UUMN
7	63	남	CI	flaccid
8	81	여	CI	flaccid
9	53	여	ICH	spastic
10	53	남	CI	UUMN

CI: Cerebral Infarct, ICH: Intracerebral Hemorrhage

UUMN: Unilateral Upper Motor Neuron

2.2. 연구절차

녹음은 소음이 적은 조용한 공간에서 LOTTE Linear PCM Voice Recorder LVR-533을 사용하였다(44,100Hz sampling rate, 16 bit quantization). 발화 대상자의 입과 마이크의 거리는 약 10~15cm로 유지하여 녹음을 실시하였다. 모음 /아/, /이/, /우/가 포함된 3개의 문장을 HS, CS의 두 가지 유형으로 읽도록 하였으며 피험자의 평소 속도와 강도를 유도하기 위해 먼저 HS로 읽게 하였다. “평소와 같이 편안하게 읽어 주세요.”라고 지시하였고 HS가 끝난 후 같은 문장을 “천천히 크게 또박또박 읽어주세요”라고 지시하여 CS를 유도하였다. 속도나 강도에 대한 모델링은 하지 않았다. 읽는 도중 읽기 오류를 보이면 그 문장이 끝난 후, 다시 한 번 읽도록 요구하였다.

녹음된 자료를 Praat(ver. 5.4.00)을 이용하여 문장 내 모음 /아/, /이/, /우/ 부분의 구간 내 중간 위치 안정 구간을 분절하였다. 모음 부분에 안정적으로 펄스 신호가 생기고, 포먼트, 강도 그리고 피치선이 일정하게 수평이 되는 부분을 구간으로 분석하였다(심희정 외, 2012).

모음 포먼트 값 및 모음 간 유클리드 거리의 평균을 측정하였고, 최근 선행 연구(강영애 외, 2010)들을 참고하여, 모음 /이-아-우/의 삼각형 면적(VSA; Vowel Space Area)을 구해보았다. 세 변의 유클리드 길이를 이용하는 헤론의 공식을 이용하여 구하였다(표 2). 삼각형 무게 중심(center of gravity)의 y값(F1-coordinate)과 무게중심의 x값(F2-coordinate)도 변수로 구성하였다. 또한 비율 관련 파라미터인 VAI, FCR, F2 ratio를 계산하였다. VAI와 FCR은 역수 관계의 파라미터인데 VAI의 경우 분자에 해당하는 F2_{/이/}와 F1_{/아/}는 그 값이 커질수록 모음 음향 공간이 커지는 효과를 보여준다. FCR은 이와 반대로 생각하면 된다. F2 ratio는 분자인 F2_{/이/}가 커지면 모음 공간이 확장되어서 더 정확한 조음을 하는 것으로 이해할 수 있다.

강도 관련하여 모음 구간 전체의 강도(intensity)와 각 포먼트에서의 에너지를 측정하였다. Praat에서 제공하는 포먼트 에너지 값은 Pas²/Hz로 제공되므로 이를 일반적인 dB 값으로 전환하

는 공식을 적용하였다. <표 2>의 아래쪽에 나온 dB 전환 공식에서 fn_dB 은 공식 전환 후의 n 포먼트 에너지를 말하며, fn_power 는 n 번째 포먼트 에너지의 Pascal 단위 측정 값이다. 스펙트럼 에너지 분포를 보기 위해 왜도(skewness)를 측정하였다. 왜도의 값이 양(+)이면 에너지가 좌측편포의 경향을 보이고 음이면 그 반대 경향을 보인다. 발성 노력이 충분히 반영된 CS 일수록 에너지의 상대적 우측편포를 예상할 수 있다. 모음 면적, 포먼트 비율 관련 공식 및 강도 측정에 관한 공식은 <표 2>와 같다.

표 2. 음향 파라미터 공식 및 포먼트 측정 세팅

Table 2. Formulas for acoustic parameters & Formant setting

모음 면적	$Area_{3(Heron's\ 공식)} = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)}$ $p = \frac{(a+b+c)}{2}$ $a = \sqrt{(F1_{/우/} - F1_{/이/})^2 + (F2_{/이/} - F2_{/우/})^2}$ $b = \sqrt{(F1_{/아/} - F1_{/이/})^2 + (F2_{/이/} - F2_{/아/})^2}$ $c = \sqrt{(F1_{/우/} - F1_{/아/})^2 + (F2_{/우/} - F2_{/아/})^2}$
포먼트 측정세팅	<ul style="list-style-type: none"> ● 최대포먼트 주파수(Hz) 및 설정갯수 /이/, /아/: 남성(5,000/ 5), 여성(5,500/ 5) /우/: 남성(4,500/ 5), 여성(5,000/ 5)
비율 관련	$VAI = \frac{F2_{/이/} + F1_{/아/}}{F1_{/이/} + F1_{/우/} + F2_{/우/} + F2_{/아/}}$ $FCR = \frac{F2_{/우/} + F2_{/아/} + F1_{/이/} + F1_{/우/}}{F2_{/이/} + F1_{/아/}}$ $F2\ ratio = \frac{F2_{/이/}}{F2_{/우/}}$
포먼트 에너지	$fn_dB = 10 * \log_{10}(fn_power / 0.00002^2)$

2.3. 통계분석

발화 유형에 따른 마비말장애 화자군과 정상대조군의 포먼트와 강도 관련 모음 특성을 살펴보기 위해 SPSS(version 20.0)를 사용하여 발화 유형을 개체 내 변수로, 집단을 개체 간 변수로 하여 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 사후검정시 다중비교(multiple comparison)로 인해 나타나는 1종 오류 증가를 통제하기 위하여 본페로니 교정(Bonferroni alpha correction)을 적용하여 결과를 해석하였다. 여성과 남성을 구분하여 분석을 하였는데, 여성은 집단 내 사례가 3명밖에 되지 않아 추리 검정을 하지 않고 기술통계 결과만 제시한다. 따라서 결과에 제시되는 반복검정 분산분석과 본페로니 짝 대응 검정 보고는 남성 데이터만 대상으로 한 것이다.

3. 결과

3.1. 포먼트 수치 비교

<표 3>은 남성 화자들의 발화 유형에 따른 집단간 /아/, /이/, /우/ 모음 포먼트 값, 모음 간 유클리드 거리 및 모음 면적과 무게중심의 기술통계를 나타내고 있다. 남성 화자들이 산출한 3개 모

음의 포먼트 관련 수치에 대해 발화 유형에 따른 집단간 차이를 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 결과, 모음 /이/의 F2 값에서 발화 유형에 따른 유의미한 차이($F(1,12) = 6.273, p < .05$)를 보였고 F3 값에서도 유의한 차이를 보여주었

고, 발화 유형과 집단간 상호작용 효과에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 각 모음의 포먼트 수치에 대해 집단 내에서 화자마다 개인차를 보였으나 전반적으로 /이/ 모음의 F2, F3 값이 HS에 비해 CS에서 유의하게 높아지는 경향을 나타냈다.

표 3. 남성의 발화 유형에 따른 집단간 모음 포먼트 값, 모음 간 유클리드 거리 및 면적과 무게중심(남성)

Table 3. Descriptive statistics of formant, Euclidean distance, and VSA between groups according to speaking style

	HS(habitual speech)			CS(clear speech)		
	DG	CG	합	DG	CG	합
F1_ /a/	648.0 (±93.1)	611.3 (±47.2)	630.1 (±73.5)	645.4 (±94.9)	652.1 (±78.9)	648.8 (±74.0)
F2_ /a/	1360.4 (±321.2)	1405.7 (±156.2)	1383.1 (±243.8)	1420.4 (±274.4)	1404.1 (±127.2)	1412.3 (±205.6)
F3_ /a/	2209.1 (±251.0)	2333.7 (±137.9)	2311.9 (±195.9)	2258.6 (±414.0)	2269.6 (±132.5)	2264.1 (±295.3)
F1_ /i/	384.3 (±34.5)	359.1 (±45.4)	371.7 (±40.9)	369.4 (±39.7)	354.9 (±45.7)	362.1 (±41.8)
F2_ /i/	1537.6 (±348.8)	1879.7 (±135.2)	1708.6 (±310.0)	1903.6 (±272.5)	1932.4 (±202.6)	1918.0 (±231.2)
F3_ /i/	2265.1 (±247.2)	2409.4 (±123.5)	2337.3 (±202.1)	2476.1 (±188.9)	2498.6 (±121.7)	2487.4 (±153.1)
F1_ /u/	380.3 (±79.8)	388.4 (±43.4)	384.4 (±61.9)	345.9 (±79.0)	392.4 (±31.5)	369.1 (±62.6)
F2_ /u/	990.4 (±153.0)	1041.0 (±258.3)	1051.7 (±205.6)	1059.3 (±128.1)	1060.0 (±414.7)	1059.6 (±294.9)
F3_ /u/	2208.1 (±220.8)	2219.6 (±102.1)	2213.9 (±165.4)	2294.3 (±104.2)	2198.4 (±257.1)	2196.4 (±188.5)
i_a Euclid	442.7 (±191.4)	545.8 (±234.5)	494.2 (±212.5)	622.1 (±261.7)	626.4 (±182.6)	624.2 (±216.8)
i_u Euclid	604.2 (±379.2)	841.9 (±333.0)	723.1 (±364.4)	846.5 (±365.0)	877.3 (±454.4)	861.9 (±396.3)
a_u Euclid	556.9 (±242.8)	444.7 (±269.4)	500.8 (±253.2)	481.4 (±217.1)	612.5 (±164.0)	546.9 (±197.0)
VSA	84258 (81112)	99821 (53684)	92040 (66572)	122057 (68269)	118394 (74639)	120225 (68745)
F1-co	471.14 (±43.34)	452.95 (±30.35)	462.05 (±37.16)	453.57 (±38.92)	466.48 (±36.83)	460.02 (±37.02)
F2-co	1296.14 (±160.59)	1442.14 (±85.56)	1369.14 (±144.99)	1461.10 (±136.64)	1465.52 (±140.86)	1463.31 (±133.34)

DG: Dysarthric Group, CG: Control Group

다($F(1,12) = 6.169, p < .05$). 본페로니 짝비교(Bonferroni pairwise comparisons) 결과, 마비말장애군에서 /이/ 모음의 F2($p < .01$)와 F3($p < .05$)에서 발화 유형간 유의한 차이를 보인 것으로 나타났다. 모음 /아/, /우/의 포먼트 값에서는 발화 유형간, 집단간 그리

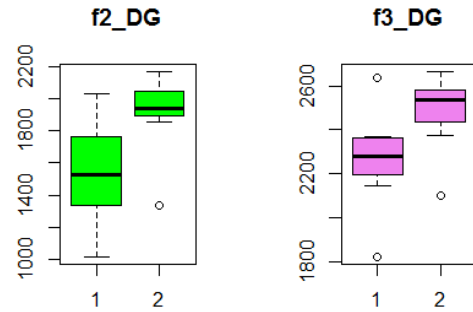


그림 1. 남성 마비말장애 집단 모음 /이/의 발화 양식에 따른 F2 & F3 주파수 기술통계(1=HS, 2=CS)

Figure 1. Descriptive Statistics of F2 & F3 frequency of Dysarthric Group's /이/ with respect to the speech style variation(1=HS, 2=CS)

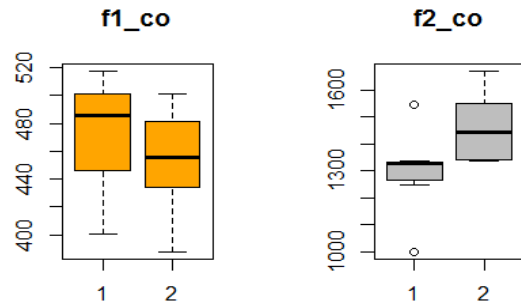


그림 2. 남성 마비말장애 집단 /이아우/ 무게중심의 발화 양식에 따른 F1 좌표(y 축) & F2 좌표(x 축) 기술통계(1=HS, 2=CS)

Figure 2. Descriptive Statistics of F1-coordinate (y-axis) & F2-coordinate (x-axis) of Dysarthric Group's 'center of gravity' of /이아우/ with respect to the speech style variation(1=HS, 2=CS)

<표 4>는 여성 화자들의 발화 유형에 따른 집단간 /아/, /이/, /우/ 모음 포먼트 값, 모음 간 유클리드 거리 및 모음 면적과 무게 중심의 기술통계 값이다.

모음간 유클리드 거리와 모음 삼각형 면적인 VSA에서 발화 유형, 집단간, 발화 유형과 집단간 상호작용 모두에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. 삼각형의 무게 중심과 관련하여 x값(F2 좌표)에서는 발화 유형, 집단간, 상호작용에서 유의한 차이가 없었으나 y값(F1 좌표)에서는 발화 유형과 집단간 상호작용에서 유의한 차이를 나타냈다($F(1, 12) = 5.175, p < .05$). 본페로니 짝대응비교 검정 결과, 마비말장애 화자군에서는 무게 중심의 x, y값 모두 HS에 비해 CS에서 90% 신뢰도 수준의 유의한 차

이를 관찰할 수 있었다.

표 4. 여성의 발화 유형에 따른 집단간 모음 포먼트 값, 모음 간 유클리드 거리 및 면적과 무게중심 평균(표준편차)

Table 4. Mean & standard deviation of formant, Euclidean distance, and VSA between groups according to speaking styles (Female)

	HS (habitual speech)			CS (clear speech)		
	DG	CG	합	DG	CG	합
F1_	737.0	795.3	766.2	795.3	888.0	832.7
/a/	(±197.4)	(±82.5)	(±139.1)	(±82.5)	(±222.6)	(±143.9)
F2_	1627.0	1611.0	1619.0	1554.7	1682.0	1618.3
/a/	(±225.2)	(±125.0)	(±163.1)	(±100.1)	(±210.0)	(±162.87)
F3_	2476.7	2377.7	2427.1	2252.3	2306.3	2279.3
/a/	(±837.5)	(±231.1)	(±552.2)	(±390.4)	(±415.7)	(±361.9)
F1_	436.7	340.3	388.5	395.7	362.3	379.0
/i/	(±72.8)	(±22.3)	(±71.4)	(±11.6)	(±46.3)	(±35.3)
F2_	1373.7	2453.0	1913.3	2047.3	2196.7	2122.0
/i/	(±357.4)	(±205.3)	(±646.1)	(±93.0)	(±406.6)	(±276.2)
F3_	2496.0	2985.7	2739.8	2604.0	2906.7	2755.3
/i/	(±303.2)	(±268.0)	(±371.5)	(±416.4)	(±251.6)	(±349.5)
F1_	421.7	390.7	406.2	414.3	414.3	414.2
/u/	(±29.0)	(±25.6)	(±29.8)	(±23.6)	(±95.0)	(±61.9)
F2_	1020.7	876.7	948.7	1045.3	838.3	941.8
/u/	(±136.2)	(±118.1)	(±138.6)	(±187.6)	(±162.6)	(±193.7)
F3_	2072.0	2534.0	2303.7	2330.7	2379.0	2354.8
/u/	(±150.6)	(±184.2)	(±294.4)	(±141.9)	(±199.2)	(±156.9)
i_a	416.3	961.52	688.9	624.0	74084	682.4
Euclid	(±303.3)	(±309.5)	(±405.3)	(±47.4)	(±277.3)	(±189.1)
i_u	356.8	1577.2	967.0	1002.4	1360.1	1181.3
Euclid	(±218.9)	(±320.5)	(±712.1)	(±256.4)	(±433.0)	(±373.7)
a_u	705.3	840.1	772.7	643.8	968.2	806.0
Euclid	(±180.1)	(±86.5)	(±146.3)	(±218.6)	(±276.8)	(±285.2)
VSA	34111 (20618)	344535 (111554)	189323 (184544)	187002 (42575)	367783 (255241)	277382 (191282)
F1-co	531.78 (±84.10)	508.78 (±40.80)	520.28 (±60.44)	529.00 (±6.74)	554.89 (±109.18)	541.94 (±70.94)
F2-co	1340.45 (±214.10)	1646.89 (±10.40)	1493.67 (±215.76)	1549.11 (±35.14)	1572.33 (±217.25)	1560.72 (±139.76)

포먼트 비율 변수 측정치가 발화 유형간, 집단간 유의미한 차이가 있는지 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. VAI, FCR, F2 ratio 모두에서 통계적으로 유의미한 발화 유형, 집단 간 차이나 상호작용이 관찰되지는 않았다.

모음 포먼트 비율변수에 대한 기술통계 결과는 <표 5>(남성), <표 6>(여성)에 제시하였다.

표 5. 남성 모음의 포먼트 관련 비율 측정치 기술 통계

Table 5. Mean & standard deviation of /아-이-우/ formant-related ratio parameters (female)

	HS (habitual speech)			CS (clear speech)		
	DG	CG	합	DG	CG	합
VAI	.704 (±.127)	.791 (±.118)	.747 (±.126)	.807 (±.138)	.812 (±.103)	.810 (±.117)
FCR	1.462 (±.271)	1.290 (±.196)	1.376 (±.244)	1.272 (±.234)	1.247 (±.153)	1.259 (±.190)
F2 ratio	1.621 (±.567)	1.919 (±.551)	1.770 (±.559)	1.835 (±.410)	1.993 (±.584)	1.914 (±.492)

표 6. 여성 모음의 포먼트 관련 비율 측정치 기술 통계

Table 6. Mean & standard deviation of /아-이-우/ formant-related ratio parameters (female)

	HS (habitual speech)			CS (clear speech)		
	DG	CG	합	DG	CG	합
VAI	.604 (±.046)	1.017 (±.149)	.810 (±.246)	.829 (±.037)	.934 (±.121)	.881 (±.099)
FCR	1.662 (±.125)	1.000 (±.158)	1.331 (±.384)	1.208 (±.052)	1.082 (±.134)	1.145 (±.114)
F2 ratio	1.331 (±.166)	2.849 (±.571)	2.090 (±.912)	2.011 (±.455)	2.678 (±.709)	2.345 (±.646)

3.2. 에너지 관련 수치 비교

발화 유형, 집단에 따른 모음의 전반적인 강도, 각 포먼트 강도, 왜도(skewness)에 대한 기술 통계는 <표 7>과 같다.

표 7. 남성의 발화 유형에 따른 집단간 모음의 강도, 각 포먼트 에너지 및 왜도

Table 7. Mean & standard deviation of vowel intensity, formant energy and skewness between groups by speaking styles (male)

	HS (habitual speech)			CS (clear speech)		
	DG	CG	합	DG	CG	합
intensity	73.72 (±5.10)	75.41 (±8.62)	74.57 (±7.07)	74.32 (±5.89)	77.83 (±8.0)	76.07 (±7.19)
F1 energy _a/	69.39 (±12.33)	87.40 (±6.70)	78.39 (±13.35)	76.00 (±10.28)	88.52 (±7.74)	82.26 (±10.89)
F1 energy _i/	87.23 (±7.63)	88.44 (±9.30)	87.84 (±8.20)	88.53 (±3.83)	91.14 (±9.89)	89.83 (±7.33)
F1 energy _u/	81.53 (±5.71)	81.77 (±12.94)	81.64 (±9.61)	81.66 (±6.80)	85.26 (±12.25)	83.46 (±9.70)
F2 energy _a/	58.05 (±11.48)	76.67 (±8.74)	67.36 (±13.76)	67.48 (±11.13)	76.39 (±4.23)	71.93 (±9.31)
F2 energy _i/	58.46 (±14.76)	72.12 (±8.72)	65.29 (±13.63)	65.66 (±8.82)	73.59 (±10.52)	69.63 (±10.19)
F2 energy _u/	66.52 (±13.17)	62.79 (±12.62)	64.65 (±12.54)	64.01 (±13.32)	69.72 (±9.31)	66.87 (±11.43)
skewness	9.69 (±3.17)	9.11 (±2.41)	9.4 (±2.81)	9.0 (±2.42)	9.34 (±2.73)	9.16 (±2.56)

F1, F2 energy: 각 포먼트의 에너지(dB)

모음의 전반적인 음성 강도에 대해 발화 유형에 따른 통계적 차이는 없었고 집단 간 유의한 차이도 보이지 않았다.

발화 유형, 집단 간 각 모음의 포먼트 에너지에 대한 차이를 살펴보기 위해 반복 측정 분산분석을 실시하였다. 모음 /아/의 포먼트 에너지와 관련하여 F2 에너지($p < .05$)에서 발화 유형에 따라 유의한 차이를 보였고, F1과 F2 에너지에서 집단 간 유의한 차이를 보였다(표 7). 또한 F2 에너지에서는 발화 유형과 집단 간 상호작용 효과도 유의하게 나타났다. 본페로니 교정 짝비교를 통해 살펴보면, HS 유형에서 마비말장애 화자군과 정상대조군이 차이를 보이는 것으로 나타났으며 마비말장애 집단 /아/의 F1에너지($p < .1$)와 F2 에너지($p < .05$)에서 발화 유형 간 유의한 차이가 관찰되었다.

모음 /이/, /우/의 각 포먼트 에너지에 대해서는 발화 유형, 집단 간 유의한 차이를 나타내지 않았고 상호작용 효과도 없었다. 모음의 왜도에 대한 발화 유형, 집단 간 차이를 살펴보기 위해 반복 측정 분산분석을 실시하였으나 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 8. 모음 /아/ 포먼트 에너지에 대한 반복측정 분산분석결과

Table 8. Results of repeated measure ANOVA regarding /a/ formant energy

주효과 또는 교호작용	자유도	F	
		F1 energy	F2 energy
발화 유형	1	3.053	5.453*
집단	1	11.112**	8.956*
발화 유형 * 집단	1	1.542	6.145*

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

이해를 돕기 위해 결과에서 발화 유형 간 유의한 차를 보여준 변수들을 모아서 그림으로 제시하였다(그림 1~3). 여성들은 표(표 4, 6, & 9)를 통하여 기술통계상의 경향을 참고하면 될 것이다.

표 9. 여성의 발화 유형에 따른 집단 간 모음의 강도, 각 포먼트 에너지 및 왜도

Table 9. Mean & standard deviation of vowel intensity, formant energy & skewness between groups by speaking styles (female)

	HS (habitual speech)			CS (clear speech)		
	DG	CG	합	DG	CG	합
intensity	73.72 (±5.10)	75.41 (±8.62)	74.57 (±7.07)	74.32 (±5.89)	77.83 (±8.0)	76.07 (±7.19)
F1 energy _a/	80.48 (±8.33)	79.16 (±13.73)	79.82 (±10.18)	85.28 (±5.18)	86.67 (±9.19)	85.98 (±6.72)
F1 energy _i/	84.90 (±2.22)	83.81 (±10.72)	84.35 (±6.96)	90.77 (±3.99)	87.51 (±7.26)	89.14 (±5.53)
F1 energy _u/	78.43 (±0.73)	79.18 (±7.37)	78.81 (±4.70)	83.42 (±2.42)	85.48 (±8.15)	84.46 (±5.50)
F2 energy _a/	67.00 (±5.81)	74.34 (±9.90)	70.67 (±8.32)	73.83 (±10.45)	78.36 (±1.07)	76.09 (±7.10)

F2 energy _i/	57.39 (±5.17)	57.22 (±7.09)	57.31 (±5.55)	65.11 (±7.17)	65.37 (±6.84)	65.24 (±6.27)
F2 energy _u/	58.30 (±12.87)	66.29 (±7.05)	62.30 (±10.26)	66.44 (±11.70)	71.54 (±6.15)	68.99 (±8.82)
skewness	8.89 (±1.59)	8.60 (±1.67)	8.74 (±1.59)	8.44 (±2.08)	9.42 (±3.64)	8.92 (±2.92)

F1, F2 energy: 각 포먼트의 에너지(dB)

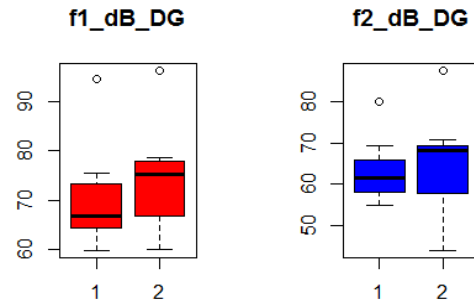


그림 3. 남성 마비말장애 화자군 모음 /아/의 발화 양식에 따른 F1-energy 와 F2-energy 기술통계(1=HS, 2=CS)

Figure 3. Descriptive Statistics of F1 & F2-energy of Dysarthric Group's /a/ with respect to the speech style variation (1=HS, 2=CS)

4. 논의 및 결론

비율과 관련된 수치들이 마비말장애군의 모음 특성을 설명해주는 민감한 파라미터라고 하였던 다른 연구들과 달리 본 연구에서는 정상 대조군과 유의한 차이가 없었다. 이는 중증도가 경도인 남성 마비말장애 화자군의 경우 모음 특성이 정상군과 크게 차이가 없음을 나타낸다. 그러나 정상대조군은 발화 유형 간 차이가 적었으나 마비말장애 화자군은 일부 항목에서 발화 유형 간 유의한 차이를 나타냈다. 이는 경도 마비말장애라 하더라도 HS 유형에서는 신경학적 손상으로 말 산출에 제한이 있을 것이므로 CS 유형에서는 이를 보상하고자 노력하여 두 발화 유형 간 차이를 보인다고 할 수 있을 것이다.

발화 유형에 따른 차이를 구체적으로 살펴보면, 남성 화자들 포먼트의 경우, /이/ 모음의 F2에서만 발화 유형 간 유의한 차이가 나타났고 본페로니 짝 대응 결과 마비말장애 화자의 /이/ F2, F3에서 발화 유형 간 유의한 차이가 관찰되었다. 여성 화자의 경우는 사례수 부족으로 추리 통계 보고를 하지는 못했으나 여성 화자들도 모두 CS 유형에서 /이/ 모음의 F2 값이 두드러지게 증가하는 경향을 보였다. 이는 선행 연구의 결과와 일치하는 것이다(Ferguson & Kewley-Port, 2007). F1과 F2는 혀의 위치와 관련이 있는데, F1은 혀의 높낮이와 관련이 있는 반면 F2는 혀의 전후와 관련되어 있다. 그러므로 /이/ 모음의 F2에서 발화 유형 간 차이를 나타냈다면 CS 유형은 /이/ 모음의 전설성 향상에 효과가 있다고 설명할 수 있을 것이다.

△/이아우/의 무게중심(F1-co, F2-co)은 마비말장애 화자군에

서 발화 유형간 의미있는 이동이 관찰되었다. 이는 CS에서 고모음화, 전설화가 관찰된 것이므로 모음 공간 아래쪽에서의 확장보다 전설모음쪽, 왼쪽에서의 확장과 위쪽에서의 이동이 이루어졌다는 것을 보여준다.

비율 변수인 VAI, FCR, F2 ratio 에서는 발화 유형간, 집단간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 경도 마비말장애 남성 화자군의 경우 모음 포먼트 비율 변수에서 정상군과 유의한 차이를 보이지 않고 발화 유형에 따른 차이도 없다고 할 수 있다. 이는 기존의 다른 연구들에서 마비말장애 화자군과 정상군이 포먼트 관련 비율 변수에서 차이를 보이고 비율 수치들이 모음의 조음 정확성에 민감한 수치들이라고 했던 결과들과 차이를 나타낸다. 이에 대해 본 연구에서는 남성 화자들만 통계에 포함이 되었고 중증도가 경도인 마비말장애 화자군이었으므로 중증도와 성별에 의해 모음 포먼트 관련 비율에서 차이가 없었다고 설명할 수 있겠다. 그러나 FCR의 경우 90% 신뢰도 수준에서 유사 유의성으로 나타났다($p = .07$). <표 5>, <표 6>의 기술통계 수치를 보면, 발화 유형별로 두 집단 모두 HS에 비해 CS에서 모음 포먼트 비율 관련된 수치가 변화하였으며, 발화 유형간 비율 수치 변화는 정상대조군에 비해 경도 마비말장애 화자군의 변화폭이 더 큰 경향을 보여주고 있다. 이는 HS 유형에서는 신경학적 손상으로 말 산출에 제한이 있으므로 정상대조군에 비해 마비말장애 화자군의 모음이 중앙화되면서 조음이 부정확해짐을 보여주는 결과다. 그러나 CS 유형에서는 이를 보상하고자 노력하여 정상대조군과의 차이가 더 감소하는 것이라고 해석할 수 있겠다.

포먼트 비율 관련 수치들에서 남성 화자만을 발화 유형별로 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 여성 화자를 포함하여 분석해보면 기술통계치에서도 남성에 비해 여성이 발화 유형간 차이를 더 분명하게 나타냈다. 또한 남녀 수치를 합하여 분석해보면 FCR, VAI, F2 ratio 모두 발화 유형간 유의한 차이를 보였고 포먼트 에너지에서도 집단간, 발화 유형간 유의한 차이를 나타냈다.

정상 대조군에서는 예상과 달리 발화 유형에 따라 포먼트 비율 변수 수치들이 유의한 차이를 보이지 않았으며 기술통계 수치에서도 오히려 CS 유형에서 수치 변화가 적었다. 정상대조군의 경우 HS에서도 이미 충분한 조음정확성을 가지고 있어 CS에 사용되는 보상이 필요하지 않으므로 포먼트 관련 수치에서 발화 유형 간 차이가 없는 결과가 나타났을 수도 있을 것이다. 정상 성인을 대상으로 한 CS 효과를 살펴본 Ferguson(2004)의 연구에 의하면, CS 유형을 사용했을 때 모든 화자의 음향학적 수치가 긍정적인 변화를 가져오지는 않았다고 했다. 모음 명료도가 향상된 화자는 전체 대상자의 절반 정도에 불과했다고 보고하면서 정상 화자들에게서 CS의 효과는 화자마다 다를 수 있음을 설명하였다.

정상 화자들의 CS 효과에 대한 연구에서 Krause & Braid(2004)는 속도를 느리게 하기, 강도를 변화시키기, 조음 움직임을 크게 하기 등 화자들마다 사용하는 CS 차이가 있으며 이로 인해 음향학적 수치 변화도 화자들마다 다르다고 설명하였다. 김수진 & 고현주(2009)의 연구에서도 속도만을 강조하여 지시할 때와 크기를 강조하여 지시할 때에 따라 CS의 효과가 달라진다고 하면서 ‘느리게’보다 ‘크고 똑똑하게’가 명료도를 더 향상시킨다고 하였다.

발화 유형에 따른 집단 간 음성 강도 수치를 살펴보면, 전체적인 음성 강도에서 발화 유형 간, 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 음성 강도에서 집단 간, 발화 유형 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으나 <표 7, 표 9>의 수치를 살펴보면 전반적으로 마비말장애 화자군에 비해 정상대조군의 강도가 더 컸음을 알 수 있다. 또한 발화 유형에 따라 마비말장애 화자군은 CS에서 HS의 강도 보다 1.69dB 커졌는데 반해 대조군은 3.51dB정도 차이를 보이면서 마비말장애군보다 CS 유형에서 강도가 더 많이 증가했음을 알 수 있다.

Tjaden *et al.*(2013)에서도 마비말장애 집단의 강도 변화가 정상인의 강도 크기 변화에 비해 증가한 수치는 적었음을 보고하였다. 정상대조군의 발화 유형에 따른 음성 강도에 차이가 있는지에 대한 여부는 동일한 집단을 대상으로 음성 강도를 측정해서 집단 간 차이를 보였던 김지연(2015)의 결과와 상반된다. 김지연(2015)에서는, 마비말장애군은 두 가지 유형에서 강도에 유의한 차이를 보이지 않았으나 대조군에서는 HS, CS의 발화 유형 간 유의한 차이를 보였다. 그러나 정상 화자를 대상으로 발화 유형간 음성 강도의 차이를 살펴본 Lam *et al.*(2012)의 연구에서는 CS 유형에서 약간의 강도 증가가 있었으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 정상 대조군을 대상으로 한 발화 유형에 따른 강도 차이를 다른 연구들간 결과에 차이가 있는데 이는 말 자료에 기인한 것으로 보인다. 김지연(2015)의 연구에서는 문장 전체를 대상으로 분석하여 강도를 측정하였고 Lam *et al.*(2012)의 연구에서는 모음만을 분석하였으므로 모음만 분석한 본 연구 결과는 Lam *et al.*(2012)의 결과와 일치한다고 할 수 있겠다. 정상군의 경우 CS 유형에서 모음에만 에너지를 집중하는 것이 아니라 근육을 조절하여 호흡량을 늘림으로써 문장 전체의 강도를 전반적으로 증가시키는 경향을 보인다. 그러나 마비말장애 화자군의 경우 근육의 약화로 호흡 자체에 제한이 있으므로 강도의 증가폭이 크지 못하다고 볼 수 있을 것이다.

각 모음의 F1, F2 에너지와 관련하여 발화 유형에 따른 반복 검정 분산분석 결과를 살펴보면, 발화 유형과 관련하여 모음 /아/의 F2 에너지에서 유의한 차이를 보였다. 본페로니 교정 짝 비교 결과 마비말장애 집단 /아/의 F1 에너지와 F2 에너지에서 발화 유형별 유의한 차이가 관찰되었다.

1 포먼트 값 자체는 남녀 성별로 나누어 통계를 내야하지만 비율값은 성별 구분이 없어도 별 문제가 없다. 그러나 데이터가 적으므로 본 연구의 본문에서의 기술은 남성 데이터로만 한정하여 주리 통계를 진행하였다.

모음 /이/, /우/에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으나 <표 7>을 통해 기술통계치를 살펴보면 /우/ 모음에 비해, 또 /아/와 /이/ 모음의 F1 에너지에 비해 F2 에너지에서 발화 유형간 수치가 더 많이 증가한 것을 볼 수 있다. 이는 HS에 비해 CS 유형에서 주요 주파수대의 음성 산출 노력이 증가(high vocal effort)한다는 것을 보여준 것이다. 이는 Krause & Braid(2004)의 연구에서 1000~3000Hz에서 음성 에너지가 증가하면서 말 명료도 향상에 기여하는 것이라고 주장한 내용과 부합한다고 볼 수 있다. CS 유형을 사용함으로써 특정 주파수대의 에너지에서 이득을 가져와 정상대조군과 유사해지면서 말 명료도가 향상할 수 있음을 보여주었다.

포먼트 에너지에 대한 집단 간 차이에서는 /아/ 모음의 F1 에너지와 F2 에너지에서 유의한 차이를 나타냈다. /이/ 모음의 F2 에너지는 90% 신뢰도 수준에서 집단 간 유의하였다($p = .051$). 이는 정상대조군에 비해 마비말장애군의 포먼트 에너지가 더 약하다는 결과로 해석할 수 있다. 모음 스펙트럼 왜도의 경우, 발화 유형, 집단 간 모두 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났지만 마비말장애 화자군은 HS에 비해 CS 유형에서 왜도가 감소하는 경향은 보여주었다. 산출노력과 비례하는 고주파수 대역의 에너지 증가로 인한 결과라고 해석할 수 있을 것이다.

본 연구는 남성 화자만을 통계 분석하여 전반적으로 대상자의 수가 적은 한계를 갖고 있다. 발화 유형간 성별의 차이를 살펴본 기존 연구들에서 HS 유형에서는 남녀 성별에 따라 모음 명료도에 차이가 없었으나 CS에서는 여성이 남성보다 말 명료도가 향상되었다고 보고하면서 여성들이 명확한 말하기 효과(clear speech effect)가 더 크다고 주장하였다(Ferguson, 2004). 본 연구에서도 여성 대상자수를 늘려서 포먼트 수치를 분석했다면 발화 유형에 따른 정도 마비말장애 집단의 모음 특성을 더 명확하게 알 수 있었을 것이다.

본 연구에서는 CS를 ‘천천히 크게, 또박또박’이라고 제시하였는데 CS 지시 사항에 따라서 CS의 효과가 달라질 수 있다는 기존의 연구들이 있으므로 지시사항 변경으로 인한 변수를 생각해야 할 것이다. 또한 마비말장애 화자군의 경우 치료 유무에 따라 CS 훈련 효과가 달라질 수 있는데 언어치료 유무나 치료 기간을 통제하지 않았다는 제한점이 있다.

경도 마비말장애 화자들의 모음 포먼트나 포먼트 에너지와 관련하여 F2와 관련된 수치들이 중요한 역할을 하였다. /이/ 모음의 F2 값에서, 정상 대조군은 발화 유형에 따른 모음 특성 변화가 거의 없는 반면, 마비말장애 화자군은 CS 유형에서 유의하게 높아졌다. 혀 위치가 더 전설화되었음을 말해주는 것이다. Δ /이아우/의 무게중심이 마비말장애 화자 집단의 CS에서 고모음화, 전설화되었음을 언급한 앞 내용과 연관지어 생각해볼 수 있다. /아/ 모음의 F2 에너지도 발화 유형간, 집단간, 발화 유형과 집단 간 상호작용에서 유의한 차이를 보였으며 마비말장애 집단 CS가 유의하게 증가되었다. /이/에서는 집단 간 F2 에너지 차이를 관찰할 수 있었다.

연구 결과, 파킨슨병을 가진 화자뿐 아니라 다른 유형의 마비말장애 화자들도 CS 유형의 훈련으로 음향 공간의 전후 위치가

확대되어 모음 간 음소 구별성이 커지고, 명료도에 영향을 줄 수 있는 특정 포먼트 에너지가 커지는 긍정적인 효과를 가져올 수 있음을 알게 되었다. 그렇지만 모음 공간 면적이 커진다고 하여 꼭 명료도 향상을 가져오는 것이 아니고(이옥분 외, 2010), 특히 경도 마비말장애의 경우 CS의 속도나 강도 변화가 명료도나 말의 자연스러움을 감소시킨다는 결과(김지연, 2015)도 간과되어서는 안된다.

따라서 음향 결과 위주의 보고에 그치지 않고 청자의 청지각적 측면에서 말 명료도 향상에 CS가 어떤 기여를 하는지 밝히는 후속 연구가 필요하다. 이러한 맥락에서, CS에 포함되는 속도, 강도, 음도 등 여러 가지 운율 요소별로 발화 유형 차이를 분석하여, 어떤 요소 혹은 요소의 조합이 말 명료도에 가장 많은 영향을 미치는지 밝힐 수 있다면 마비말장애 치료에 도움이 될 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 충남대학교 재직교원 학술연구비의 지원으로 연구되었습니다. 부족한 논문을 심사해주신 세 분 심사위원께 고마움의 말씀을 전합니다.

참고문헌

- [1] Beukelman, D. R., Fager, S., Ullman, C., Hanson, E., & Logemann, J. (2002). The impact of speech supplementation and clear speech on the intelligibility and speaking rate of people with traumatic brain injury. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 10, 237-242.
- [2] Ferguson, S. H. (2004). Talker differences in clear and conversational speech: vowel intelligibility for normal-hearing listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116(4), 2365-2373.
- [3] Ferguson, S. H. & Kewley-Port, D. (2007). Talker differences in clear and conversational speech: Acoustic characteristics of vowel. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 1241-1255.
- [4] Kang, Y., Yoon, K., Lee, H., & Seong, C. (2010). A comparison of parameters of acoustic vowel space in patients with Parkinson's disease. *Phonetics and Speech Sciences*, 2(4), 185-192. (강영애·윤규철·이학승·성철재 (2010). 파킨슨병 환자의 음향 모음 공간 파라미터 비교. *말소리와 음성과학*, 2(4), 185-192.)
- [5] Kim, J. (2015). *The prosodic characteristics of mild dysarthric speakers and change of intelligibility and acceptability by prosodic manipulation*. Ph.D. Dissertation, Chungnam National University. (김지연 (2015). *경도 마비말장애 화자의 운율 특성 및 운율 변조에 따른 명료도와 용인도 변화*. 충남대학교 대학원 언어병리학과 박사학위 논문.)
- [6] Ko, Y. M., Kim, D. Y., Choi, Y., & Kim, H. H. (2010). Speech rate

and pause characteristics in patients with Parkinson's disease. *Phonetics and Speech Sciences*, 2(4), 173-184. (고열매·김덕용·최예린·김향희 (2010). 파킨슨병 환자의 말 속도와 쉼 특성. *말소리와 음성과학*, 2(4), 173-184.)

- [7] Krause, J. C. & Braida, L. D. (2004). Acoustic properties of naturally produced clear speech at normal speaking rates. *Journal of Acoustical Society of America*, 115(1), 362-378.
- [8] Lam, J., Tsaden, K., & Wilding, G. (2012). Acoustics of clear speech: effect of instruction. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 55, 1807-1821.
- [9] Lansford, K. L. & Liss, J. M. (2014). Vowel acoustics in dysarthria: speech disorder diagnosis and classification. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 55, 1807-1821.
- [10] Lee, O., Han, J., & Park, S. (2010). Speech intelligibility in syllables and vowel space according to dysarthric severity. *Phonetics and Speech Sciences*, 2(2), 85-92. (이옥분·한지연·박상희 (2010). 마비말장애 심각도에 따른 음절단위 말명료도와 모음공간. *말소리와 음성과학*, 2(2), 85-92.)
- [11] Liu, C. & Kewley-Port, D. (2001). Vowel formant discrimination in quiet and noise for natural speech. *Journal of Acoustical Society of America*, 109, 2295.
- [12] Picheny, M. A., Durlach, N. I., & Braida, L. D. (1986). Speaking clearly for the hard of hearing. II : Acoustic characteristic. of clear and conversational speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 29, 434-445.
- [13] Sapir, S., Raming, L., Spielman, J., & Fox, C. (2010). Formant centralization ratio(FCR) as an acoustic index of dysarthric vowel articulation: Comparison with vowel space area in Parkinson disease and healthy aging. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 114-125.
- [14] Shim, H., Park, W., & Ko, D. (2012). Characteristics of speech intelligibility and the vowel space in patients with Parkinson's disease. *Phonetics and Speech Sciences*, 4(3), 161-169. (심희정·박원경·고도홍 (2012). 파킨슨병 환자의 말 명료도와 모음 공간 특성. *말소리와 음성과학*, 4(3), 161-169.)
- [15] Skodda, S., Gronheit, W., & Schlegel, U. (2012). Impairment of vowel articulation as a possible marker of disease progression in Parkinson's disease. *Plos One*, 7(2): e32132. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0032132> on April 9, 2016.
- [16] Tjaden, K., Lam, J., & Wilding, G. (2013). Vowel acoustics in Parkinson's disease and multiple sclerosis: Comparison of clear, loud, and slow speaking conditions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56, 1485-1502.

• **김지연 (Kim, Jiyoum)**

충남대학교 언어병리학과 강사
대전광역시 유성구 대학로 99번지
Tel: 042-629-6844

Email: bluejiyoum@hotmail.com
관심분야: 말장애, 운율분석

• **성철재 (Seong, Cheoljae)** 교신저자

충남대학교 인문대학 언어학과
대전광역시 유성구 대학로 99번지
Tel: 042-821-6395

Email: cjseong49@gmail.com
관심분야: 분절음 및 운율 분석
현재 충남대학교 인문대학 언어학과 교수