

The Correlations Between Vowel Acoustic Variables and Speech Intelligibility and Acceptability in School-Aged Children With Intellectual Disabilities

Su Mi Kang¹, Eun Hee Kang², Ji Yun Lee^{2*}

¹ Jeju Language Learning Support Institute, Jeju International University, Speech-Language Pathologist

² Dept. of Speech Pathology, Jeju International University, Professor

Purpose: This study calculates the formants of single vowels in school-aged children with intellectual disabilities in an acoustic way and compares them with normal children with vowel space areas and variables according to formant frequency F1 and F2 values. It also analyzes the correlations between vowel acoustic variables and speech intelligibility and acceptability based on auditory-perceptual evaluations in school-aged children with intellectual disabilities and the effects of the acoustic characteristics of vowels on their overall speech intelligibility and acceptability.

Methods: Fifteen children with mild intellectual disabilities who corresponded with 1~4 grade levels in elementary school and 15 normal children with the same chronological age in vowel production tests to analyze their formant frequency and compare vowel acoustic variables. The study also examined the correlations between vowel acoustic variables and speech intelligibility and acceptability of children with intellectual disabilities.

Results: First, the study compared the formant frequency F1 and F2 values of five monophthongs in Korean produced by the group of children with intellectual disabilities and those of normal children. There was a significant difference in F1 /a/, F2 /a/, F1 /u/, F2 /u/, and F1 /e/. Secondly, children with intellectual disabilities had a significantly smaller vowel space than normal children. Finally, correlation analysis was conducted to examine the correlation between vowel acoustic variables and speech intelligibility and acceptability. The results showed significant correlations between all of the vowel acoustic variables and speech intelligibility and acceptability.

Conclusions: The findings of the study may serve as basic data to make treatment plans and assess the effects of treatment based on vowel articulation interventions for speech sound disorders in children with intellectual disabilities.

Keywords: Vowel, formant, vowel acoustic variables, speech intelligibility, speech acceptability

Correspondence : Ji Yun Lee, PhD

E-mail : jiyuni93@hanmail.net

Received : November 30, 2023

Revision revised : December 29, 2023

Accepted : January 31, 2024

This article was based on the first author's master's thesis from Jeju International University (2022).

ORCID

Su Mi Kang

<https://orcid.org/0009-0005-9707-4560>

Eun Hee Kang

<https://orcid.org/0000-0001-9921-8103>

Ji Yun Lee

<https://orcid.org/0000-0002-4048-4439>

1. 서론

지적장애 아동이나 성인은 언어, 특히 말을 통해 의사소통하는 데 어려움을 보이며, 일반적으로 자신들이 알고 있는 것보다 표현능력이 지체되며 표현을 하더라도 조음문제로 인해 타인과의 의사소통 실패 경험을 겪는다. 이러한 의사소통 실패는 결과적으로 지적장애인의 사회적 상호작용을 손상시키며, 행동문제와 사회적 고립을 야기한다(Coppens-Hofman et al., 2016).

지적장애 아동은 모든 하위그룹에서 정상발달 아동들보다 더 많은 구어 산출 문제를 보인다. 지적장애 아동의 언어장애는 일반적인 언어장애와 마찬가지로 조음장애의 비중이 가장 높은 것으로

보고되고 있으며(Tae, 2001), 지적장애 아동의 70%가 어떠한 형태의 구어 산출 문제를 가진다고 한다(Hwang et al., 2010). 지적장애 아동은 언어발달상의 전반적인 지체와 더불어 특히 조음 관련 기관 운동조절의 어려움과 조음오류를 갖는 경우가 많다고 보고하였다(Young, 1965).

전형적으로 조음장애 특성에 대한 연구에서 조음장애 아동과 정상 언어발달 아동의 모음 산출 특성의 차이를 살펴본 결과, 정조음과 오조음된 모음 포먼트값을 비교하여 분석함으로써 포먼트값이 모음음운변동에서는 볼 수 없는 두 집단의 조음 특징을 분석하는 데 효과적임을 보고하였다(Park, 2008). 또한 모음이 조음되는 위치를 정확하게 파악하기 위해 모음 포먼트값을 이용한 분석이 효과적인 것을 알 수 있었다.

모음에는 다양한 포먼트 수치가 있지만 말소리 분석에는 가장 낮은 제1포먼트(first formant: F1)와 제2포먼트(second formant: F2)가 중요하게 사용된다(Nell, 2008). 주요 모음 /아, 예, 이, 오,

우/의 F1, F2를 2차원의 좌표로 표시하여 모음 삼각도, 모음 사각도, 모음 오각도로 모음공간 면적을 시각화하여 포먼트와 스펙트로그램은 조음의 특성을 시각적으로 표현해준다(Winn, 2020).

이와 같이 모음의 음향학적 연구는 모음의 변별 특성인 포먼트 분석이 대표적이다(Dagenais & Critz-Crosby, 1992) 모음의 음향음성학적 특징에 대한 선행 연구는 주로 마비말장애 성인, 파킨슨병 환자 등 신경학적 원인으로 인한 음성과 정상 집단과의 모음 산출을 비교하고, 청각장애 아동, 인공와우 이식 아동, 구개열 아동의 모음산출 특성에 관한 연구가 대부분이다.

포먼트 주파수 분석을 이용하여 지적장애 청소년, 지적장애 성인이 보이는 모음의 음향학적 특성을 살펴본 선행 연구에서 정상 집단과의 유의미한 차이를 보고하였다(Choi, 2012; Seo, 2017). 선행 연구에서는 모음공간(vowel space area: VSA)에 따라 말 명료도가 달라질 수 있으며, 지적장애 청소년과 일반 청소년 그룹이 산출한 단모음의 모음 사각도를 비교하였을 때, 지적장애 청소년들은 모음공간이 상대적으로 감소하고 모음을 산출하는 데 있어 정상군만큼 정확하게 할 수 없음을 나타낸다고 보고하였다(Choi, 2012). 지적장애 성인집단과 비지적장애 성인집단의 모음 포먼트값을 근거로 모음공간면적과 모음공간 관련 변수(VAI, FCR, F2 Ratio)의 수치와 말 명료도의 상관관계를 살펴본 연구(Seo, 2017) 결과 지적장애 집단과 비지적장애 집단의 모음 포먼트값의 차이에서 지적장애 집단의 포먼트값의 표준편차가 큰 것으로 나타나 조음점이 뚜렷하지 않은 것에서 기인한 결과를 확인하였다. 지적장애 집단의 모음공간 면적이 비지적장애 집단의 모음공간 면적보다 적게 나타났으며, 기타 모음공간 관련 변수 수치를 분석한 결과 모음공간이 중앙화(centralized)되고, 모음 사각도의 면적이 좁게 나타났다. 이는 성도의 불충분한 협착점과 확장점, 조음 운동능력의 범위 감소 등으로 나타나는 조음의 부정확성이 지적장애 집단의 모음 특성임을 유추할 수 있었다. 또한 모음공간 면적과 말 명료도 간 유의미한 상관관계를 확인하였다.

모음공간은 복잡한 인간의 성도를 XY 좌표축 그림으로 도식화하여 쉽게 볼 수 있도록 제시한 것으로 F1, F2의 값을 이용한다. 각 모음의 점들을 연결하여 계산한 면적을 모음공간이라 한다. 다양한 장애군 음성의 음향학적 분석을 위해 일반적으로 모음 삼각도와 모음 사각도를 사용하지만, 모음공간 면적을 산출하는 특성상 각 모음들이 오조음 되더라도 3개, 4개의 포먼트값들로 산출되는 면적은 비슷할 가능성이 있다. 이를 보완하기 위해 파킨슨병 환자의 음향 모음공간 파라미터 비교 연구에서 기존의 음향 모음공간 연구에 후설 모음 /오/를 포함하여 모음 불규칙 오각형 면적을 산출하는 모음 오각도 분석을 실시하였고, 한국어 음향 모음공간 연구에서 높은 변별력이 있는 방법임을 통계적으로 확인하였다(Kang et al., 2010). 각 모음 산출 형태가 정상 범주에서 벗어나 있어도 모음공간이 넓게 측정될 수 있기 때문에 말 명료도와 상관관계가 높지 않은 것으로 나타난 일부의 연구(Kwon, 2010; Lee, 2010)가 보고되었다. 모음의 중앙화 경향을 살펴보기 위해 자주 사용되는 변수는 모음 중앙화 지수(formant centralization ratio: FCR), 모음 조음 지수(vowel articulation index: VAI), 제2포먼트 비율(F2 ratio)이 있다(Seong, 2022). FCR은 모음이 중앙화될수록 증가하며, 모음이 바깥으로 확장(vowel expansion)되면

FCR 수치는 감소한다. VAI는 FCR의 역수로 정의되며 모음공간 면적의 불안정성을 보완하기 위해서 제시하였고 파킨슨병 환자들의 과소운동형 마비말장애에 평가에 민감한 변수로 보고되었다(Roy et al., 2009). F2 ratio는 고모음 산출 시 전후 혀 움직임의 정도를 반영하며, 조음이 부정확(articulation undershoot)할 때 감소하며, 반대로 조음 움직임이 개선될 때 증가하는 것으로 해석한다(Kang et al., 2010; Sapir et al., 2010).

마비말장애 환자들의 모음공간 특성 비교를 위해 VAI, FCR, F2 ratio 측정값을 살펴본 연구 결과에서 모음공간 특성을 반영하는 변수값이 마비말장애의 조음기관 움직임의 특성을 반영하며, 마비말장애의 심한 정도를 객관적으로 분석할 수 있는 기준으로 사용할 수 있다고 보고하였다(Nam & Park, 2021).

말 명료도는 화자가 전달하고자 하는 정보가 청자에 의해 정확하게 인식된 정도(Kent et al., 1989) 또는 청자의 입장에서 화자가 발화한 메시지의 해석 정도(Lee, 2010)를 의미한다. 말 용인도는 화자의 말에서 전달되는 호감에 대한 청자의 주관적 판단을 의미하는 것으로(Witzel, 1995) 청자에게 불편함을 주지 않으며 자연스러운 것으로 수용되는 정도에 해당한다(Park, 2021). 말 용인도는 말 명료도와 함께 화자의 말산출 능력평가 및 치료효과 비교에 사용되며 이 두 변인의 중요성을 강조하는 연구들이 증가하고 있다(Witzel, 1995). 말장애 유형별 조음명료도와 말 명료도 간 관련성에 대한 연구는 상당히 진전되어왔음에도 불구하고 조음명료도와 말 명료도, 말 용인도 간의 관련성에 대한 실험적 연구는 매우 부족하다.

본 연구에서는 학령기 지적장애 아동 집단과 일반 아동 집단에 모음 산출 과제를 실시하고 음향음성학적 방법에 의해 포먼트를 산출하여 집단별 포먼트 주파수와 모음공간 변수에 차이를 알아보고 지적장애 아동의 모음의 음향학적 특성에 대해 객관적인 자료를 제시할 수 있는 방법을 모색하고자 한다. 또한 지적장애 집단에게 문장 발화 과제를 실시하고 일반인 청자의 청지각적 평가에 의한 말 명료도 및 말 용인도를 산출하여 모음공간 변수와의 상관관계를 분석하여 지적장애 아동의 말 명료도 및 말 용인도와 연관성이 높은 음향학적 변수를 밝힘으로써 언어치료 현장에서 지적장애 아동의 말소리를 평가하고 치료효과를 파악하는 데 기초자료로 활용하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 일반 아동 집단과 학령기 지적장애 아동 집단의 포먼트 주파수값에 유의한 차이가 있는가?

둘째, 일반 아동 집단과 학령기 지적장애 아동 집단의 모음공간 변수값에 유의한 차이가 있는가?

셋째, 학령기 지적장애 아동 집단의 모음 공간 변수값과 말 명료도와 말 용인도 간 상관관계가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

1) 연구 대상자

본 연구는 제주도 지역에서 소재하는 초등학교 1~3학년에 재학

중인 지적장애 아동 집단 15명과 생활연령이 동일한 일반 아동 집단 15명으로 총 30명을 대상으로 하였다. 지적장애 아동의 경우, 대학병원이나 소아정신과 전문의 진단 결과 지적장애로 판정받은 아동이나 지적장애로 판정받지 않은 경우, 한국 웨슬러 아동 지능 검사(K-WISC, Kwak et al., 2011)에서 통합 지능지수가 55~70인 아동, 우리말 조음·음운평가(U-TAP, Kim & Sin, 2004)에서 생활연령 자음정확도 비교 시 $-1SD$ 이상에 속하는 아동을 대상으로 하였다. 정상군은 부모 또는 담임교사로부터 정상발달을 보이는 것으로 판단된 아동들로서, 조음기관의 구조적 결함 및 운동기능장애, 정서장애, 감각장애, 지능장애, 언어 및 신체 발달장애를 보이지 않는 아동들을 대상으로 하였다. 대상자들의 기본 정보를 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Description of normal and pathological groups

Group	Normal group (<i>n</i> =15)	Pathological group (<i>n</i> =15)
Age (months)	99.73	100.27
Grade	1st	2
	2nd	3
	3rd	6
	4th	2
Gender	Male	13
	Female	2

2) 말 명료도 및 말 용인도 평정자

학령기 지적장애 집단의 아동이 산출한 문장 발화의 말 명료도 및 말 용인도 평정은 일반인 청취자 20명(남=10명, 여=10명)이 실시하였다. 평균연령은 34세 8개월(30세 3개월~38세 3개월)로 언어장애나 청력장애 이력이 없는 일반인에 해당되었다. 말 명료도 및 말 용인도는 청자의 친숙도 및 듣기 경험에 영향을 받으므로 지적장애 화자의 장애음성을 청취해 본 경험이 없는 정상 청력의 일반 성인으로 선정하였다.

2. 검사 도구

1) 선별검사 도구

대상 아동들의 선정을 위하여 한국 웨슬러 아동 지능 검사(Korea Wechsler Intelligence Scale for Children IV: K-WISC IV, Kwak et al., 2011), 우리말 조음·음운 평가(Urimal Test of Articulation and Phonation: U-TAP, Kim & Sin, 2004) 수용·표현 어휘력 검사(Receptive-Expressive Vocabulary Test: REVT, Kim et al., 2009)를 실시하였다.

2) 모음 발화 과제

지적장애 아동과 일반 아동의 포먼트 주파수를 비교하기 위해 모음 발화 과제를 실시하였다. 모음 발화 과제는 사용빈도가 높고, 포먼트 주파수 변화를 가장 잘 관찰할 수 있는 평순중설저모음 /ㅏ/, 평순전설고모음 /ㅣ/, 원순후설고모음 /ㅜ/를 포함하여 평

순전설중모음 /ㅓ/, 원순후설중모음 /ㅛ/의 5개의 모음을 사용하였다. 집단 내 신뢰도를 높이기 위해 각 모음 발화 과제를 단모음의 순서를 무작위로 다르게 하여 30명의 피험자에게 과제를 제시하였다.

3) 문장 발화 과제

지적장애 아동의 말 명료도와 말 용인도 평가를 위해 어음청각검사 문장인지도 검사의 한국 표준 문장표 학령기용(Korean Standard Sentence Lists for Schoolchildren: KS-SL-S, Jang, 2014)을 사용하였다. 위 말지각 검사는 타당도, 신뢰도, 어휘친숙도, 음성적 균형, 발달연령의 적절성을 갖춘 검사로(Lee et al., 2010), 연령에 따라 어휘 친숙도와 회화음에서의 음성적 균형을 고려한 단어와 문장 10개 중 본 검사에서는 총 8개의 문장표 목록을 사용하였다.

3. 연구 절차

1) 음성 녹음

모음 발화 과제에서 각 피험자에게 실험 모음을 연장발성하게 하였으며, 폐쇄된 공간에서 최대한 조용한 환경을 조성하여 음성분석 프로그램인 Praat(version 6.1.16)으로 음성 녹음을 실시하였다. 녹음 시 마이크는 직선 수음에 효과적이고 주변 소음차단 효과가 높은 다이내믹 마이크(SHURE SM-58)에 녹음하며 개인용 컴퓨터(15Z990-GA30K, LG전자, Korea)에 저장하였다. 마이크는 화자의 입술로부터 아래로 45°를 유지하는 위치에 두고, 화자와 마이크 간의 거리는 15cm를 유지하고 녹음하였다. 자연스럽게 안정된 발성을 유도하기 위해 한 모음 당 3회씩 사전 연습을 실시하였으며, /아/, /에/, /이/, /오/, /우/의 각 모음을 자신이 가장 편안하게 산출할 수 있는 음도와 강도로 3회씩 5초간 연장 발성하게 하였다. 문장 발화 과제에서 각 피험자에게 학령기용 문장인지도 검사 한국 표준 문장표(KS-WL-S) 목록을 읽도록 하였으며, 모음 발화 과제와 동일한 환경에서 녹음하며 WAV 형식의 음성 파일로 저장하였다. Goldwave(Goldwave, USA)을 이용하여 문항번호와 목표 문장 사이에 1초의 무음 구간을 삽입하고, 각 문항 사이 5초의 무음 구간을 삽입하여 평가자가 문장을 듣고 평정하는 데 필요한 시간을 마련하였다.

2) 말 명료도 및 말 용인도 평정

말 명료도 및 말 용인도 평정 검사는 20명의 일반 성인 평가자가 조용한 공간에서 개별적으로 실시하였다. 평정 검사는 두 차례 걸쳐 진행되었으며 지적장애 아동의 문장 발화 녹음 파일 15개에 대하여 무작위로 말 명료도를 평가하고, 3시간 이후 말 용인도를 평가를 실시하였다. 검사자는 평가 전 말 명료도 및 말 용인도 평정 방법(Kim, 2015)에 대한 지침을 제시하고 본 검사 전에 실제 검사에 포함되지 않는 3개의 문장을 듣고 평정 검사 연습을 각 3회씩 실시하였다. 말 명료도와 말 용인도를 판단해 검사 기록지에 제시되어 있는 100mm의 선 위에 표시하도록 지시하였다. 말 명료도 평정 검사 기록지에 제시된 100mm의 선 위에 각 문장의 명료도를 표시하며, 0에 가까울수록 전혀 알아

들을 수 없는 정도를 나타내고, 10에 가까울수록 완전히 알아들을 수 있는 정도를 나타내는 것을 설명하였다. 말 명료도 평정 검사와 순서를 달리한 총 15명의 음성을 듣고 아동의 말에 대한 느낌을 나타내는 말 용인도를 동일한 방식으로 평정하도록 지시하였다. 말 용인도 평정검사 기록지에 제시된 100mm의 선 위에 각 문장의 용인도를 표시하며, 0에 가까울수록 들은 말에 대해 마음에 들지 않고 불만족스러운 말에 해당하며, 10에 가까울수록 말에 대해 좋은 느낌이 들고 문제가 전혀 느껴지지 않은 정상적인 말에 해당됨을 설명하였다.

4. 자료 분석

1) 포먼트 주파수 측정

대상자의 모음연장발성 음성의 포먼트값은 스펙트로그램상의 에너지가 집중된 가장 진한 부분인 안정 구간 .5초의 구간을 정하여 분석하였다. 각 모음 포먼트값에 대한 분석에서 소수점 이하는 산정하지 않았으며, 각 모음별 3회 반복한 값을 소수점 이하 두 자리까지 산정하여 평균하여 통계에 적용하였다.

2) 모음공간 측정

대상자의 포먼트값을 통해 모음 삼각도, 모음 사각도, 모음 오각도, 모음 조음 지수(vowel articulatory index: VAI), 모음 중앙화 비율(formant centralization ratio: FCR), 제2포먼트 비율(F2 ratio)을 계산하였다. 모음공간 변수 분석 방법은 선행 연구(Kang et al., 2010; Kim et al., 2021; Sapir et al., 2010)의 분석 방법을 인용하여 분석하였으며 변수의 계산 공식은 Figure 1과 같다.

Area_3 (Tri)(Heronis formula)

$$= p(p-a)(p-b)(p-c)$$

$$p = \frac{(a+b+c)}{3}$$

$$a = \sqrt{(F1/u/-F1/i/)^2 + (F2/i/-F2/u/)^2}$$

$$b = \sqrt{(F1/a/-F1/i/)^2 + (F2/i/-F2/a/)^2}$$

$$c = \sqrt{(F1/u/-F1/a/)^2 + (F2/a/-F2/u/)^2}$$

Area_4 (Quad)

$$=[F2/i/ \times F1/e/ + F2/e/ \times F1/a/ + F2/a/ \times F1/u/ + F2/u/ \times F1/i/ - (F1/i/ \times F2/e/ + F1/e/ \times F2/a/ + F1/a/ \times F2/u/ + F1/u/ \times F2/i/)]/2$$

Area_5 (Penta)

$$=[F1/e/ \times (F2/i/-F2/a/) + F1/i/ \times (F2/u/-F2/e/) + F1/u/ \times (F2/o/-F2/i/) + F1/o/ \times (F2/a/-F2/u/) + F1/a/ \times (F2/e/-F2/o/)]/2$$

$$VAI = (F2/i/ + F1/a/) / (F1/i/ + F1/u/ + F2/u/ + F2/a/)$$

$$FCR = (F1/i/ + F1/u/ + F2/u/ + F2/a/) / (F2/i/ + F1/a/)$$

$$F2 \text{ ratio} = (F2/i/) / (F2/u/)$$

Figure 1. Variable calculation formula

3) 말 명료도 및 말 용인도 측정

20명의 일반인 평가자가 지적장애 아동 집단의 문장 발화

청취 자료를 듣고 검사자의 100mm의 시각적 아날로그 척도 위에 표시한 말 명료도와 말 용인도 평정치는 0에서부터 표시점까지의 거리를 소수점 아래 한 자리까지 3회 반복하여 측정하고 평균을 산출하였다. 측정 예시는 Figure 2와 같다.

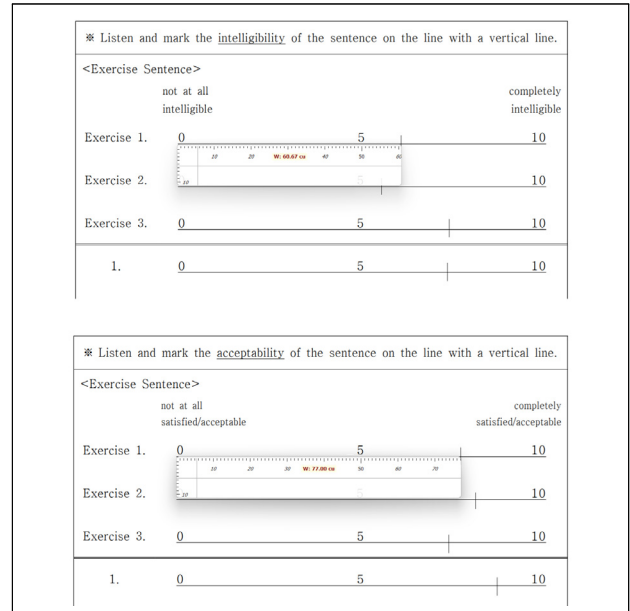


Figure 2. Speech intelligibility & acceptability

4) 통계 분석

통계처리는 SPSS 23.0 프로그램을 활용하여 통계 분석을 실시하였다. 지적장애 아동 집단과 일반 아동 집단 음성의 포먼트 주파수 F1, F2는 평균 주파수와 표준편차 등을 기술 통계하였으며, 포먼트 주파수의 차이와 모음공간 변수의 차이를 알아보기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 지적장애 아동 집단의 모음공간 변수와 말 명료도, 말 용인도의 상관관계를 알아보기 위해 적률상관관계(Pearson's correlation analysis)를 실시하였다.

III. 연구 결과

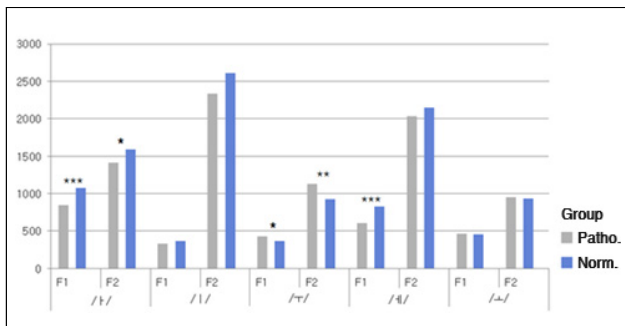
1. 집단 간 모음 포먼트 주파수 비교

지적장애 아동 집단 15명과 일반 아동 집단 15명에 대한 모음 포먼트 주파수 분석 후 각 모음별 포먼트 차이에 대한 기술 통계와 독립표본 t-검정을 실시하였다. 검정 결과, F1 /ㅏ/, F2 /ㅏ/, F1 /ㅓ/, F2 /ㅓ/, F1 /ㅗ/, F2 /ㅗ/, F1 /ㅜ/값에서 두 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. F1과 F2 모두에서 유의한 차이를 보이는 모음은 /아, 우/로 나타났다. 집단 간 비교는 Table 2, 시각화한 그래프는 Figure 3에 제시하였다.

Table 2. Independent *t*-test between normal and pathological group

Variables		Normal group (<i>n</i> =15)	Pathological group (<i>n</i> =15)	<i>t</i>	<i>p</i>
a_F1	<i>M</i>	1071.73	848.25	-3.665	.001***
	<i>SD</i>	136.44	192.738		
a_F2	<i>M</i>	1587.13	1409.86	-2.625	.014*
	<i>SD</i>	181.152	188.647		
i_F1	<i>M</i>	363.00	328.51	-1.323	.197
	<i>SD</i>	60.44	80.849		
i_F2	<i>M</i>	2606.04	2332.13	-1.476	.151
	<i>SD</i>	391.82	602.528		
u_F1	<i>M</i>	363.71	430.97	-2.405	.023*
	<i>SD</i>	67.36	84.832		
u_F2	<i>M</i>	924.83	1128.74	-2.968	.006**
	<i>SD</i>	111.73	241.483		
e_F1	<i>M</i>	823.64	607.19	-4.261	.000***
	<i>SD</i>	182.52	73.383		
e_F2	<i>M</i>	2144.74	2037.25	-.631	.533
	<i>SD</i>	467.12	465.495		
o_F1	<i>M</i>	452.48	466.38	.661	.515
	<i>SD</i>	64.86	49.282		
o_F2	<i>M</i>	931.35	951.59	.139	.890
	<i>SD</i>	295.43	479.156		

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



Note. Patho.=pathological group; Norm.=normal group.

Figure 3. Formants of normal and pathological group

2. 집단 간 모음공간 비교

지적장애 아동 집단과 일반 아동 집단을 비교하기 위해서 독립 표본 *t*-검정을 실시한 결과, Tri, Quad, Penta값에서 *p*<.05 수준으로 두 집단 간 평균에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 모음공간에서 비교하였을 때, 일반 아동의 모음공간이 지적장애 아동의 모음공간보다 크게 측정되었다. 3개의 다른 모음공간 모두가 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

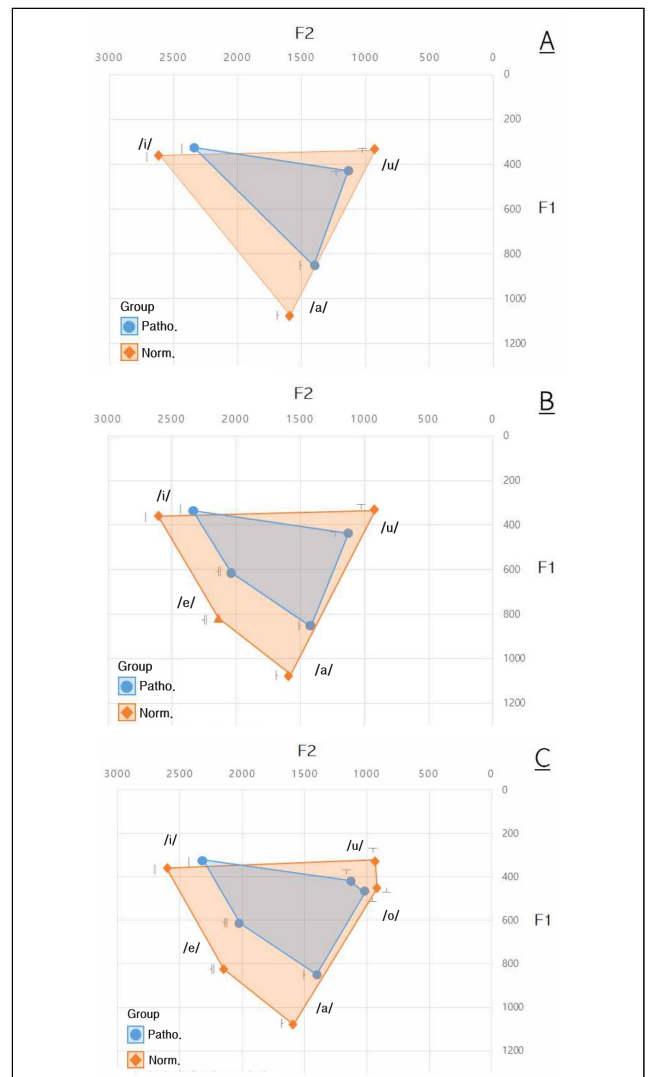
모음공간 비율 관련 변수를 비교하였을 때 지적장애 아동과 일반 아동의 평균값에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 집단 간 모음공간 변수 비교는 Table 3, 모음 공간의 도식화는 Figure 4에 제시하였다.

Table 3. Independent *t*-test between normal and pathological group

Variables		Normal group (<i>n</i> =15)	Pathological group (<i>n</i> =15)	<i>t</i>	<i>p</i>
Tri	<i>M</i>	592441.45	279327.39	-4.264	.000***
	<i>SD</i>	196794.59	205335.26		
Quad	<i>M</i>	655994.82	323265.86	-4.226	.000***
	<i>SD</i>	254518.77	167934.19		
Penta	<i>M</i>	686595.05	362639.35	-3.540	.001***
	<i>SD</i>	288356.40	206057.70		
VAI	<i>M</i>	1.14	.97	-2.510	.018*
	<i>SD</i>	.12	.23		
FCR	<i>M</i>	.89	1.09	2.629	.014*
	<i>SD</i>	.10	.28		
F2 ratio	<i>M</i>	2.86	2.17	-2.924	.007**
	<i>SD</i>	.56	.73		

Note. Tri=triangle vowel space area; Quad=quadrilateral vowel space area; Penta=pentagonal vowel space area; VAI=vowel articulation index; FCR=formant centralization ratio.

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



Note. Patho.=pathological group; Norm.=normal group.

Figure 4. Vowel space area of normal and pathological group (A=3 vowels, B=4 vowels, C=5 vowels)

3. 모음공간과 말 명료도 및 말 용인도의 상관관계

모음공간 변수와 말 명료도, 말 용인도 간의 상관관계를 분석한 결과, 말 명료도에서 모든 모음공간 변수(Tri, $p=.709$; Quad, $p=.709$; Penta, $p=.861$; VAI, $p=.754$; FCR, $p=.762$; F2_ratio, $p=.727$)들은 말 명료도와 모두 유의미한 상관관계를 보였다. 말 명료도와 상관관계는 모음 오각도(Penta, $p=.861$)가 가장 높았다. 말 용인도에서 모든 모음공간 변수(Tri, $p=.723$; Quad, $p=.751$; Penta, $p=.839$; VAI, $p=.799$; FCR, $p=.793$; F2_ratio, $p=.800$)들은 말 용인도와 모두 유의미한 상관관계를 보였다. 말 용인도와 상관관계는 모음 오각도(Penta, $p=.839$)가 가장 높았다. 모음 공간과 말 명료도 및 말 용인도의 상관관계를 Table 4에 제시하였다.

Table 4. Correlation between vowel acoustic variables and speech intelligibility and acceptability of pathological group

	Tri	Quad	Penta	VAI	FCR	F2_ratio	SI	SA
Tri								
Quad	.554*							
Penta	.614*	.876**						
VAI	.882**	.737**	.753**					
FCR	-.883**	-.713**	-.710**	-.988**				
F2_ratio	.846**	.577*	.597*	.929**	-.944**			
SI	.709**	.709**	.861**	.754**	-.762**	.727**		
SA	.723**	.751**	.839**	.799**	-.793**	.800**	.945**	

Note. SI=speech intelligibility; SA=speech acceptability.

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

IV. 논의 및 결론

본 연구는 학령기 지적장애 아동 15명과 일반 아동 15명, 총 30명을 대상으로 모음 음향학적 변수를 분석함으로써 지적장애의 모음 산출 특성 차이를 살펴보았으며, 지적장애 아동 집단의 모음 산출 특성이 말 명료도 및 말 용인도에 미치는 효과에 대해 살펴 보았다.

음운변동 분석으로는 나타나지 않는 지적장애 아동 집단의 모음 조음 특성을 알아보기 위해 두 집단의 단모음 포먼트 주파수와 모 음공간 변수에 대한 두 집단 간의 차이를 분석하였으며, 지적장애 아동 집단의 모음 산출 특성이 전반적인 말 명료도와 말 용인도에 미치는 영향을 살펴보기 위해 모음 음향학적 변수와 말 명료도 및 말 용인도의 상관관계를 분석하였고 결과는 다음과 같다.

첫째, 지적장애 아동 집단과 일반 아동 집단이 산출한 5개 단모 음 /아, 에, 이, 오, 우/의 F1과 F2값을 비교한 결과, F1 /ㅏ/, F2 /ㅏ/, F1 /ㅓ/, F2 /ㅓ/, F1 /ㅕ/, F2 /ㅕ/, F1 /ㅗ/, F2 /ㅗ/값에서 두 집단 간 평균에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. F1과 F2 모두에서 유의한 차이를 보인 모음은 /아, 우/로 나타났다. 포먼트값에서 차이를 살펴보면, F1에서 집단 간 유의한 차이를 보인 /아, 우, 에/는 정상 군에서 /아, 에/가 높게 나타났고 장애군에서 /우/가 높게 나타났

다. F2에서 유의한 차이를 보인 /아, 우/는 정상군에서 /아/가 높 게 나타났고 장애군에서 /우/가 높게 나타났다. 혀의 위치에 따른 차이를 살펴보면, 전설모음 /에/는 정상군에서 F1이 높게 나타났 고, 후설모음 /우/는 장애군에서 높은 F1, F2를 보였으며, 저모음 /아/는 정상군에서 F1, F2 모두 높게 나타나 유의한 차이를 보였 다. 전설모음 /이, 에/는 장애군에서 낮은 F1, F2를 보여, 만 12 세 지적장애 아동의 모음 포먼트값 비교를 통해 혀의 앞쪽에서 조 음 되는 전설모음 /이, 에/에서 F1, F2가 모두 낮게 조음되는 특 성을 확인한 선행 연구와 일치한다(Lee, 2019). 후설모음 /우, 오/ 는 장애군에서 높은 F1, F2를 보여, 지적장애 아동, 청소년과 언 어발달 지연 아동이 후설모음 /우, 오/에서 F1, F2가 모두 높게 조 음되는 특성을 확인한 선행 연구와 일치한다. 저모음 /아/의 경우 장애군에서 낮은 F1, F2를 보였으며, 이는 정상 언어발달아동에 비해 언어발달 지연 아동이 모음 /아/에서 F1, F2가 모두 낮게 조 음되는 특성(Park, 2008)과 같은 결과가 나타났다.

학령기 지적장애 아동 집단의 모음 포먼트 분석 결과는 지적장 애 아동, 청소년의 모음 포먼트 특성 비교한 연구(Choi, 2012; Lee, 2019)에서 전설모음 /이, 에/의 후설화, 후설모음 /우, 오/ 의 전설화와 저모음화가 나타난 결과와 일치하였다. 아울러 4~5세 사이의 정상 언어발달 아동과 언어발달 지연 아동의 포먼트값 범위 를 비교한 연구(Park, 2008) 결과에서 언어발달 지연 아동 집단의 모음의 조음 특성인 중양화 현상에 대해 /이, 에/의 후설화, /우, 오/의 저모음화 및 전설화, 그리고 /아/ 모음의 고모음화를 확인한 것과 일치하는 것으로 나타났다.

둘째, 지적장애 아동 집단과 일반 아동 집단이 산출한 한국어 5 개 단모음의 모음공간 변수의 차이를 살펴보기 위해 모음공간 면 적과 관련한 모음 삼각도, 모음 사각도, 모음 오각도와 모음공간 비율과 관련한 VAI, FCR, F2_ratio에서 집단 간 통계적으로 유 의 미한 차이를 보였다.

모음공간 면적에서 비교를 하면, 3개의 다른 모음공간 모두에서 지적장애 아동의 모음공간이 일반 아동의 모음공간보다 수치상 적 게 나타나 모음공간 면적이 좁은 것으로 나타났다. 일반적으로 각 모음의 조음점을 비교하기 위해 모음 삼각도와 모음 사각도를 사 용하지만, 면적의 수치를 비교할 경우 각 모음의 조음점이 다르더 라도 상호 간 유사한 수치가 나타날 확률이 있다. 지적장애 아동 집단의 모음 오각도를 살펴보았을 때, 후설모음 /오/와 /우/의 F1, F2로 나타나는 조음점이 인접한 것으로 나타났다. 이는 바로 이웃 하는 모음과 청각각적으로 구별되는 정도에 따라 조음 명료도가 영향을 받는다는 연구(Neel, 2008)에 의하면 일반 아동에 비해 좁 은 지적장애 아동의 모음공간 면적은 조음 명료도에 영향을 줄 가 능성이 있는 것으로 해석할 수 있다. 모음공간 면적 양상을 살펴 보았을 때, 지적장애 아동은 일반 아동과 비슷한 형태를 나타내고 있으나 모음공간이 좁아 일반아동에 비해 모음 조음 시 정확성 이 저하됨을 나타내고 있다. 지적장애 아동 집단은 모음 조음 시 혀의 전후, 상하 움직임과 후설원순모음의 경우 입술의 움 직임이 정상군과 비교 시 제대로 구현되지 않아 왜곡된 발음을 보이고 있음을 간접적으로 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

각 모음의 조음점이 정상범주에서 벗어나 있더라도 모음공간 면 적의 측정 면에서 말 명료도와 상관관계가 높지 않은 것으로 보

고된 연구(Kwon, 2010; Lee, 2010) 결과가 있으며, 이러한 모음 공간의 둔감성을 보완하는 모음공간 비율 관련 변수를 산출하여 모음공간 면적의 증가와 감소, 위치에 대해 살펴보았다. 모음공간 면적의 결과로 확인한 지적장애 아동 집단의 좁은 모음공간 면적은 또래의 일반 아동에 비해 혀의 운동 범위가 좁고 다양하지 못하기 때문에 모음의 중앙화와 같은 조음 현상을 보이게 되는 것으로 해석할 수 있다(Dagenais & Critz-Crosby, 1992).

본 연구에서 지적장애 아동 집단의 혀의 중앙화 경향을 반영하는 FCR값을 통해 이를 객관적으로 확인하였다. FCR은 모음이 중앙화 될 때 값이 높아지는 양상을 보인다. VAI와 FCR은 서로 역수 관계의 변수로 VAI가 감소하면 FCR이 증가하고 FCR은 모음이 중앙화될 때 값이 높아지는 양상을 보인다. 지적장애 아동 집단의 평균 VAI값이 일반 아동보다 통계적으로 유의미하게 작았으며, FCR은 크게 나타나 지적장애 아동의 좁은 모음공간과 모음 중앙화 현상을 확인하였다.

제2포먼트 비율(F2 ratio)은 고모음의 전후 혀 움직임과 입술의 원순성에 관한 움직임을 가장 민감하게 반영하는 변수로 조음이 부정확할 때 감소하고, 반대로 조음 움직임이 개선될 때는 증가하는 것으로 해석한다(Sapir et al., 2010). 본 연구에서 지적장애 아동 집단의 평균 F2 ratio값이 일반 아동보다 유의미하게 낮은 측정치를 보이는 것은 Sapir 등(2010)의 연구와 비슷한 결과를 보이며, 이것은 지적장애 아동의 F2 ratio값이 혀의 전후방 움직임과 입술의 원순성과 같은 조음의 움직임이 부정확한 조음과 직접적으로 연관되어 있음을 시사한다.

본 연구에서 살펴본 모음공간 관련 변수들은 F1, F2에 의해 결정되는 것으로, 이는 모음 조음 시의 성도와 혀의 위치 변화를 보여주는 객관적인 지표가 된다. 따라서 조음 양상에 따른 F1과 F2의 변화는 곧 조음의 운동성에 대한 정보를 반영하게 된다(Lee, 2010). 지적장애 아동의 모음공간 면적은 일반 아동에 비해 유의미하게 작은 것으로 나타났다. 이 결과는 지적장애 아동은 구강의 개방 정도나 혀의 위치에 따른 조음 운동성에 있어 일반 아동과 차이가 있어 더 좁은 모음 공간을 가지므로 조음 시 조음 기관의 운동범위가 더 적은 것이라는 것을 예측할 수 있다. 따라서 지적장애 아동의 모음공간에 대한 분석은 단순히 모음 조음 공간의 개념만을 의미하는 것이 아닌 청지각적 조음 명료도와 함께 조음 기관 근육의 운동성 측면에서의 관계를 포함하여 해석할 필요가 있다.

셋째, 지적장애 집단의 모음 조음 특성을 나타내는 모음공간 변수와 말 명료도 및 말 용인도와와의 상관관계에 대해 살펴보았다. 말 명료도 평정결과 모음공간 변수 모음 삼각도, 모음 사각도, 모음 오각도, VAI, FCR, F2 ratio에서 말 명료도와와의 상관관계가 유의미하게 나타났으며, 상관관계는 모음 오각도가 가장 높았다. 이러한 결과는 모음의 음향학적 특징이 말 명료도를 결정하는 데 중요하며, 말소리 장애와 정상인의 발화에 대한 말 명료도를 연구하는데 모음의 음향학적 특징치가 유용한 정보를 제공할 수 있다는 연구(Neel, 2008)의 결과와 일치한다. 지적장애 성인 남녀의 모음의 음향학적 특성을 살펴본 선행 연구(Seo, 2017)에서도 모음공간 면적과 말 명료도와와의 상관관계를 확인한 것과 일치하였다. 본 연구에서는 지적장애 아동 집단의 모음공간 변수로 해석할 수 있는 개

인 모음 공간의 전반적인 특징을 살피기 위해 지적장애인의 모음의 음향학적 특성에 대한 선행 연구(Choi, 2012; Seo, 2017)에서 사용하지 않은 모음 오각도를 변수로 사용하였고, 분석 결과 모음공간 변수 중 말 명료도와 가장 높은 상관관계를 보이는 것을 확인하였다.

모음공간 변수와 말 용인도 간의 상관관계를 분석한 결과, 모음공간 변수 모음 삼각도, 모음 사각도, 모음 오각도, VAI, FCR, F2 ratio에서 말 용인도와와의 유의미한 상관관계를 보였다. 말 용인도와와의 상관관계는 모음 오각도에서 가장 높은 것으로 나타났다. 자음 정확도에 따른 말 명료도와 말 용인도에 대한 선행 연구(Ellis, 1999) 결과 심각한 자음 오류가 있는 발화가 아닌 경우는 말 용인도보다 말 명료도 점수가 더 높은 경향이 있는 것이 일반적인 경우인 것으로 나타났으며, 정상적인 구강 개방 상태와 구강 개방 정도에 제한을 둔 상태의 말 명료도와 말 용인도를 측정하여 비교한 연구(Song, 2011)에서도 말 용인도 점수가 말 명료도에 비하여 유의미하게 더 낮은 것으로 나타났다. 본 연구 결과에서는 말 용인도 점수가 말 명료도에 비하여 높게 나타나 지적장애 아동들의 말 명료도 및 말 용인도 특성이 다른 유형의 말장애와 차이를 보였다. 집단에서 말 명료도 보다 말 용인도가 상대적으로 높게 나타난 것은 지적장애 아동이 산출하는 모음의 변형이 이해하고 알아듣는 차원보다 자연스러움을 판단하는 차원에 더 긍정적인 영향을 주는 경향이 있음을 말하는 것으로 해석할 수 있는 것으로 여겨진다.

본 연구에서는 지적장애 아동과 일반 아동을 대상으로 모음 음향학적 변수의 차이와 지적장애 아동 집단의 문장 읽기에서의 말 명료도와 말 용인도를 분석하여 지적장애 아동에게서 나타나는 낮은 말 명료도 및 말 용인도와 모음공간 특성을 확인할 수 있었다. 비록 제한된 수의 대상으로 실시하였으나, 지적장애 아동들을 대상으로 일반 아동 집단과 비교 연구를 실시하여 모음의 음향학적 특성, 말 명료도와 말 용인도의 관련성을 알아보았다는 데에 연구의 의의가 있다. 또한 지적장애 아동들의 말 특성을 음향음성학적 연구를 통해 객관적으로 분석하여 일반 아동들과 비교해 본 데에도 의의가 있다. 임상 현장에서 지적장애 아동의 말소리 장애를 평가하는 데 있어서 말 명료도 평가와 더불어 음향학적 측정치를 이용한 객관적 평가 결과를 상호 보완적으로 활용할 필요성이 있다고 본다. 또한 의사소통의 효율성에 영향을 줄 수 있는 말 명료도와 말 용인도와 연관성을 가지며, 단어형성에 중요한 역할을 하는 모음에 대한 평가에 주목할 필요성이 있음을 제안한다.

이와 같은 연구 결과를 바탕으로 조음 정확도와 말 명료도의 문제로 인하여 의사소통 실패의 경험을 겪는 지적장애인들에게 효과적인 의사소통을 위한 말소리 중재 방향을 모색하고자 한다. 특히, 지적장애 아동의 말소리를 평가할 수 있는 객관적인 근거 자료를 제시하여 구체적인 언어재활 계획 수립 및 치료 전후의 효과 판정을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다. 또한 지적장애 아동의 말소리 자체의 명료성과 의사소통 효율성에 영향을 줄 수 있는 말 명료도와 말 용인도와 연관성이 높은 모음 음향학적 변수를 밝힘으로써 그들의 의사소통 삶의 질의 향상을 도모하는 데 있어 중요한 임상적 자료로 활용될 것으로 사료된다.

본 연구에서는 지적장애 아동과 일반 아동을 대상으로 모음 음

향학적 변수를 비교하고 지적장애 아동 집단의 말 명료도와 말 용인도에 미치는 영향을 모음공간 변수를 통해 설명하고자 하였다. 그 의미가 있다. 본 연구 결과를 바탕으로 앞으로의 후속 연구를 위해 다음과 같이 제언하고자 한다. 첫째, 본 연구는 초등학교 1~4학년 경도지적장애 아동 15명과 일반 아동 15명을 대상으로 모음 산출 특성의 차이를 객관적으로 증명하여 의미 있는 결과를 도출하였으나, 대상자 수의 한정으로 결과를 일반화하는 데 제한이 있다. 따라서 지적장애인의 말소리에서 모음의 음향학적 특성의 영향을 살펴보기 위해서 연령, 성별, 장애정도를 일치시킨 집단 연구가 요구된다. 둘째, 본 연구에서 모음공간 변수 측정을 위한 과제 선택 시 특정 모음 구간 선택 및 편집에 있어 연구자의 주관적 개입이 영향을 끼칠 수 있다고 판단하여 단모음 분석을 사용하였지만, 실제 자발화에서의 모음과는 차이가 있을 가능성이 있다. 후속 연구에서는 두 방식을 모두 사용하여 모음 공간 면적과 말 명료도 및 말 용인도와의 상관관계 연구가 필요할 것이다. 셋째, 본 연구에서 사용한 말 용인도는 국외 다수의 연구에서 말장애의 평가와 중재와 관련된 임상적 판단에 이용되는 반면 국내에서는 말 명료도만큼 활발한 연구가 이루어지지 않는다. 말 용인도라는 용어를 조작적으로 정의하는 데 있어 모든 연구에서 동일한 개념을 사용하지 못해 명료하지 못한 부분이 있다. 말 용인도 개념과 평가 요소에 대한 보다 객관적인 정의가 이루어지는 과정을 거쳐 임상적 유용성을 확인할 것을 제언하는 바이다.

Reference

- Choi, M. H. (2012). *Formant analysis of vowel production by adolescent of the ages 14 and 15 with intellectual disability* (Master's thesis). Wonkwang University, Jeonbuk.
- Coppens-Hofman, M. C., Terband, H., Snik, A. F. M., & Maassen, B. A. M. (2016). Speech characteristics and intelligibility in adults with mild and moderate intellectual disabilities. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 68(4), 175-182. doi:10.1159/000450548
- Dagenais, P. A., & Critz-Crosby, P. (1992). Comparing tongue positioning by normal-hearing and hearing-impaired children during vowel production. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 35(1), 35-44. doi:10.1044/jshr.3501.35
- Ellis, L. W. (1999). Magnitude estimation scaling judgments of speech intelligibility and speech acceptability. *Perceptual and Motor Skills*, 88(2), 625-630. doi:10.2466/pms.1999.88.2.625
- Hwang, B. M., Shin, M.-S., & Seok, D.-I. (2001). Analysis of phonological processes features for the children with mental retardation. *Communication Disorders*, 24(1), 201-214.
- 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. uci:G704-SER000000671.2010.2.4.013
- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. F., & Rosenbek, J. C. (1989). Toward phonetic intelligibility testing in dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54(4), 482-499. doi:10.1044/jshd.5404.482
- Kim, G. H., Lee, Y. W., Ryu, J. G., & Kwon, S. B. (2021). A comparative study on vowel space characteristics in normal and motor speech disorder groups. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 30(2), 51-59. doi:10.15724/jslhd.2021.30.2.051
- Kim, J.-Y. (2015). *The prosodic characteristics of mild dysarthric speakers and change of speech intelligibility and acceptability by prosodic manipulation* (Doctoral dissertation). Chungnam National University, Daejeon.
- Kim, Y. T., Hong, G. H., Kim, K. H., Jang, H. S., & Lee, J. Y. (2009). *Receptive & Expressive Vocabulary Test (REVT)*. Seoul: Seoul Community Rehabilitation Center.
- Kim, Y. T., & Sin, M. J. (2004). *Urimal Test of Articulation and Phonology (U-TAP)*. Seoul: INPSYPT.
- Kwak, K. J., Oh, S. W., & Kim, C. T. (2011). *Korean-Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth edition (K-WISC-IV)*. Seoul: INPSYPT.
- Kwon, H.-B. (2010). Gender difference in speech intelligibility using speech intelligibility tests and acoustic analyses. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 2(3), 71-76. doi:10.4047/jap.2010.2.3.71
- Lee, H.-J. (2019). *Characteristics of formant frequency in children with intellectual disabilities* (Master's thesis). Daegu University, Gyeongbuk.
- Lee, O.-B. (2010). Speech intelligibility and vowel space area. *Cogito*, 68, 7-26.
- Lee, Y.-M., Kim, L.-S., & Jeong, S. W. (2010). A survey of speech perception tests for children with hearing loss used in cochlear implant centers in Korea. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 53(9), 534-546. doi:10.3342/kjorl-hns.2010.53.9.534
- Nam, H. W., & Park, H. J. (2021). Acoustic characteristics of formant transition and vowel space of dysarthric speakers. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 30(1), 31-39. doi:10.15724/jslhd.2021.30.1.031
- Neel, A. T. (2008). Vowel space characteristics and vowel identification accuracy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(3), 574-585. doi:10.1044/1092-4388(2008/041).
- Park, J. (2021). *Speech intelligibility, Speech acceptability, and acoustic characteristic for AAC software according to speech output type* (Master's thesis). Gachon University, Gyeonggi.
- Park, S. J. (2008). A validity study of formant analysis of vowel errors of children: Focused on vowel /u/. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 17(3), 117-131. doi:10.15724/jslhd.2008.17.3.008
- Roy, N., Nissen, S. L., Dromey, C., & Sapir, S. (2009). Articulatory changes in muscle tension dysphonia: Evidence of vowel

- space expansion following manual circumlaryngeal therapy. *Journal of Communication Disorders*, 42(2), 124-135. doi:10.1016/j.jcomdis.2008.10.001
- Sapir, S., Ramig, 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(1), 114-125. doi:10.1044/1092-4388(2009/08-0184)
- Seo, Y.-S. (2017). *Acoustic characteristics of a vowel in persons with intellectual disability* (Master's thesis). Honam University, Gwangju.
- Seong, C. J. (2022). Guidance to the Praat, a software for speech and acoustic analysis. *Journal of the Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics*, 33(2), 64-76. doi:10.22469/jkslp.2022.33.2.64
- Song, Y. (2011). Characteristics of speech intelligibility and speech acceptability connected with mouth opening condition. *Phonetics and Speech Sciences*, 3(3), 141-148. uci:G704-SER000000671.2011.3.3.003
- Tae, H.-K. (2001). *The effects of the communication centered articulation intervention on articulation improvement in mild mentally retarded children* (Master's thesis). Daegu University, Gyeongbuk.
- Winn, M. B. (2020). Manipulation of voice onset time in speech stimuli: A tutorial and flexible Praat script. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(2), 852-866. doi:10.1121/10.0000692
- Witzel, M. A. (1995). Communicative impairment associated with clefting. In R. J. Shprintzen & J. Bardach (Eds.), *Cleft palate speech management: A multidisciplinary approach* (pp. 137-166). St. Louis: Mosby.
- Young, N. B. (1965). *Speech and hearing problems among mentally retarded children* (Unpublished paper). University of Oregon Medical School, Portland.

학령기 지적장애 아동의 모음 음향학적 변수와 말 명료도 및 말 용인도 간의 상관관계

강수미¹, 강은희², 이지윤^{2*}

¹ 제주국제대학교 언어학습지원연구소 언어재활사

² 제주국제대학교 언어치료학과 교수

목적: 본 연구에서는 학령기 지적장애 아동의 단모음을 음향음성학적 방법으로 포먼트를 산출하여 포먼트 주파수 F1, F2값으로 집단 간 모음공간 면적과 모음공간 변수를 비교하였다. 학령기 지적장애 아동 집단의 모음공간 변수와 청지각적 평가에 의한 말 명료도 및 말 용인도와와의 상관관계를 분석하여 음향학적 특성이 전반적인 말 명료도와 말 용인도에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

방법: 초등학교 1~4학년 경도 지적장애 아동 15명과 생활연령 동일 일반 아동 15명을 대상으로 모음 발생 과정을 이용하여 포먼트 주파수를 분석하고 모음공간 변수를 비교하였다. 또한 지적장애 아동의 모음공간 변수와 말 명료도 및 말 용인도 간 상관관계를 살펴보았다.

결과: 그 결과 첫째, 지적장애 아동 집단과 일반 아동 집단이 산출한 한국어 5개 단모음 포먼트 주파수 F1, F2값을 비교한 결과, F1 /ㅏ/, F2 /ㅏ/, F1 /ㅓ/, F2 /ㅓ/, F1 /ㅗ/, F2 /ㅗ/ 평균값에서 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 둘째, 지적장애 아동의 모음공간 면적은 일반 아동에 비해 유의미하게 작은 것으로 나타났다. 마지막으로 모음공간 변수와 말 명료도 및 말 용인도와의 상관관계를 살펴보기 위하여 적률상관계 분석을 실시한 결과 모든 모음공간 변수와 말 명료도와 말 용인도 간 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 말 명료도와 말 용인도에서 가장 상관관계가 높은 변수는 모음 오각도로 나타났으며, 모음공간 변수들을 통해 말 명료도와 말 용인도가 예측한다는 것을 확인하였다.

결론: 본 연구에서는 지적장애 아동의 모음 오류양상을 객관적으로 분석하여 일반 아동과 구별되는 지적장애 아동의 모음 산출 특성을 살펴볼 수 있었으며, 말 명료도 및 말 용인도와 연관성이 높은 음향학적 기초 자료로 활용하고자 한다.

교신저자: 이지윤(제주국제대학교)

전자메일: jiyuni93@hanmail.net

게재신청일: 2023. 11. 30

수정제출일: 2023. 12. 29

게재확정일: 2024. 01. 31

이 논문은 강수미(2022)의 석사학위 논문을 수정
· 보완하여 작성한 것임.

ORCID

강수미

<https://orcid.org/0009-0005-9707-4560>

강은희

<https://orcid.org/0000-0001-9921-8103>

이지윤

<https://orcid.org/0000-0002-4048-4439>

검색어: 모음, 포먼트, 모음음향학적 변수, 말 명료도, 말 용인도

참고문헌

- 강영애, 윤규철, 이학승, 성철재 (2010). 파킨슨병 환자의 음향 모음 공간 파라미터 비교. *말소리와 음성과학*, 2(4), 185-192.
- 곽금주, 오상우, 김청택 (2011). *한국 웨슬러 아동 지능검사 4판(K-WISC-IV)*. 서울: 인사이트.
- 권호범 (2010). Gender difference in speech intelligibility using speech intelligibility tests and acoustic analyses. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 2(3), 71-76.
- 김근효, 이연우, 류재경, 권순복 (2021). 정상과 말운동장애 성인에서의 모음공간 특성 비교 연구. *언어치료연구*, 30(2), 51-59.
- 김영태, 신문자 (2004). *우리말 조음·음운평가*. 서울: 학지사심리검사연구소.
- 김영태, 홍경훈, 김경희, 장해성, 이주연 (2009). *수용·표현 어휘력 검사*. 서울: 서울장애인종합복지관.
- 김지연 (2015). *경도 마비말장애 화자의 운율 특성 및 운율 변조에 따른 명료도와 용인도 변화*. 충남대학교 대학원 박사학위 논문.
- 남현옥, 박희준 (2021). 마비말장애 화자의 포먼트 전이와 모음공간에 대한 음향학적 특성. *언어치료연구*, 30(1), 31-39.
- 박성지 (2008). 아동 모음 오류의 포먼트 분석의 타당성에 관한 연구: /u/모음을 중심으로. *언어치료연구*, 17(3), 117-131.
- 박지원 (2021). *음성출력 유형에 따른 AAC 소프트웨어의 말 명료도, 말 용인도 및 음향학적 특성*. 가천대학교 특수치료대학원 석사학위 논문.
- 서영숙 (2017). *지적장애인 모음의 음향학적 특성*. 호남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 성철재 (2022). 음성 및 음향분석 프로그램 Praat의 임상적 활용법. *대한후두음성언어학회지*, 33(2), 64-76.
- 송윤경 (2011). 구강 개방 상태에 따른 말 명료도 및 말 용인도 특성. *말소리와 음성과학*, 3(3), 141-148.
- 이영미, 김리석, 정성욱 (2010). 국내 아동용 말지각 검사 현황. *대한이비인후과학회지 두경부외과학*, 53(9), 534-546.
- 이옥분 (2010). 말소리 명료도와 모음공간면적의 상관성. *코기토*, 68, 7-26.
- 이해자 (2019). *지적장애 아동의 포먼트 주파수 특성*. 대구대학교 재활과학대학원 석사학위 논문.
- 최민형 (2012). *14-15세 지적장애 청소년의 모음 포먼트 분석*. 원광대학교 동서보완의학대학원 석사학위 논문.
- 태해경 (2001). *의사소통중심 언어중재가 경도 정신지체아동의 조음개선에 미치는 효과*. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 황보명, 신명선, 석동일 (2001). 정신지체 아동의 음운변동 특성 분석. *난청과 언어장애*, 24(1), 201-214.