

기능적 조음음운장애 아동의 조음복잡성에 따른 자음과 단어의 음향학적 길이

강 은 영[†]

호원대학교 언어치료학과 교수

Acoustic Duration of Consonants and Words by Phonetic Complexity in Children with Functional Articulation and Phonological Disorders

Eun-Yeong Kang, ST, Ph.D[†]

Dept. of Speech and Language Therapy, Howon University, Professor

Abstract

Purpose : This study was conducted to investigate whether phonetic complexity affected the type and frequency of articulation errors and the acoustic duration of consonants and words produced by children with functional articulation and phonological disorders.

Methods : The participants in this study were 20 children with functional articulation and phonological disorders and 20 children without such disorders who were between 3 years 7 months old and 4 years 11 months old. The participants were asked to name what they saw in pictures and their responses were recorded. The types and frequencies of articulation errors and the acoustic duration of words were analyzed and words were categorized as being of either 'high' or 'low' phonetic complexity. The acoustic duration of initial and final consonants and vowels following initial consonants were compared between the groups according to articulatory complexity.

Results : Children with functional articulation and phonological disorders produced articulation errors more frequently when saying high complexity words and had longer word duration when saying low-complexity words than children without such disorders. There was no major difference in initial and final consonant duration between the groups. but the main effect of articulatory complexity on the duration of both consonants was significant.

Conclusion : These results suggest that the articulatory-phonetic structure of words influences the speech motor control ability of children with functional articulation and phonological disorders. When articulating consonants, children with functional articulation and phonological disorders had speech motor control ability similar to that of children without such disorders.

Key words : acoustic duration, articulation and phonological disorders, phonetic complexity

[†]교신저자 : 강은영, marylune@naver.com

I. 서론

기능적 조음음운장애는 신경계 조절의 문제가 없고, 정서나 지적인 결함이 없이 발생하는 말장애를 일컫는다(Edwards, 1990). 기능적 조음음운장애 아동들 중 대다수가 후기 발달 음소를 초기 발달 음소로 대치하는 오류를 보인다. 특히 마찰음이나 유음에서 대치나 왜곡 오류가 빈번하게 발생한다(Kim & Shin, 2020). 기능적 조음음운장애 아동들은 일반 아동에 비하여 적은 수의 음소들로 단어를 산출한다. 이러한 말소리 패턴은 조음 운동의 어려움에서 기인한다(Macrae 등, 2010).

기능적 조음음운장애 아동의 말소리 오류가 조음 운동적인 문제로 발생할 가능성이 있다고 설명하는 것은 운동통제 모델에 근거한다. 운동통제 모델(motor control model)은 감각운동과정이 말을 산출하는 매순간마다 관련되어 있다고 본다. 말소리 산출에 관련된 모든 해부학적 기관들 입술, 혀, 턱, 성대, 폐 등으로부터 제공받은 감각정보가 운동의 범위, 근육의 수축 정도, 조음기들 간의 협응 등을 통제하여 정확한 말소리를 산출하게 한다. 이 모델에서 말 운동통제 능력을 측정하는 방법으로 최대발성시간, 최대반복속도, 모음의 공간면적 크기, 타이밍 통제 능력을 측정하거나 시지각적 운동 능력을 추적하는 것을 제시하고 있다. 특히 아동기 말 운동통제 능력의 발달 정도를 확인하기 위해서 말소리 분절 길이를 측정하는 방법을 제안하고 있다(Sim, 2001).

음향학적 방법으로 측정한 단어 길이, 말소리의 분절 길이, 길이의 변이성 등은 말 운동통제 능력에 대한 설명력이 있는 근거 자료가 된다(Smith 등, 1996). 말소리의 시간적 특성인 길이를 측정한 선행연구들 대부분이 성인과 아동을 대상으로 말소리 중에서 모음과 자음의 길이 차이를 비교하였으며, 아동들이 산출한 말소리 길이의 변이성에 주목해왔다. Kim과 Stoel-Gammon(2010)은 아동과 성인의 모음 길이를 비교하여 아동의 모음 길이가 성인에 비하여 유의미하게 길었고, 변이성이 컸다고 보고하였다. Gerosa 등(2006)은 5세부터 17세까지 아동들과 성인을 대상으로 모음, 폐쇄음, 마찰음의 길이를 측정하였고 마찰음의 길이는 연령에 비례해서 감소하였지만, 모음과 폐쇄음의 길이는 7세~12세 사이에만 집중

적인 감소가 일어났다고 하였다. Robb과 Tyler(1995)는 8개월~26개월 유아들의 단어 길이가 생활연령의 증가에 따라서 유의미하게 증가되었다고 보고하였다. 이렇듯 발달적 차이를 드러내는 지표로서 말소리의 분절 길이나 단어의 길이를 측정하는 방법은 유용하다는 것을 알 수 있다.

또한 음향학적 길이를 분석하는 연구들이 조음음운장애 아동의 조음 운동 양상을 밝히기 위한 목적으로 진행되었다. Macrae 등(2010)은 3세~4세 조음음운장애 아동과 일반 아동을 대상으로 모음 및 자음, 단어의 길이를 분석한 결과, 모음과 단어의 길이는 집단 간에 유의미한 차이가 있었지만 자음의 길이는 유의미한 차이가 없었다고 보고하였다. Kang(2018)의 연구에서도 4세~5세 조음음운장애 아동의 후설 모음 /u/의 길이는 일반 아동에 비하여 유의미하게 길었지만, 폐쇄음의 발생개시시간과 파찰음의 길이는 집단 간에 유의미한 차이가 없었다. Park과 Lee(2016)의 연구에서도 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동 간에 폐쇄음의 발생개시시간은 유의미한 차이가 없었다. 조음음운장애 아동들이 가장 많은 오류를 보이는 음소인 치경 마찰음의 길이를 연구한 Nam과 Yi(2010)는 기능적 조음음운장애 아동이 일반 아동보다 CV, VCV음절 맥락에 따른 마찰소음의 길이를 조절하는 데 어려움이 더 있다는 것을 규명하였다.

Kent(1992)의 조음복잡성(articulatory complexity) 모델에 의하면, 치조 마찰음과 같이 조음복잡성이 높은 말소리일수록 더 높은 수준의 말 운동조절력을 필요로 한다. 말 운동조절 능력이 발달되면서 복잡한 말소리를 성공적으로 정확하게 산출하게 된다. 이 모델에서 운동조절 능력을 반영하는 생리적 특성을 4단계로 분류하였다. 각 단계는 본질적으로 영향을 주고 있고, 단계별 운동 습득이 위계적으로 이루어진다. 즉 이전 단계의 운동이 습득되어야 그 다음 단계를 습득할 수 있다. 1단계 조음 운동에 대한 생리적인 특성은 빠른 조음 운동, 느린 조음 운동, 연인두 밸빙, 유성성 조절이 있고, 조음의 위치는 양순, 치조, 성문이다. 이 시기에 양순, 치조 및 성문의 위치에서 폐쇄음, 비음, 활음을 습득하게 된다. 2단계는 1단계에서 습득한 말 운동기술에 부가적으로 마찰음을 조음하는 데 필요한 섬세한 힘 조절력과 조음의 위치로 연구개가 추가된다. 이때 연구개 폐쇄음과 마찰음 /f/가

발달된다. 3단계는 후두의 유성성 조절력이 증가되고, 유음을 생성하는 데 필요한 혀의 조음 운동 동작을 습득하게 된다. 이때 유성음, 설측음, 탄설음의 발달이 이루어진다. 4단계에서 혀 근육의 섬세한 조절력이 습득되어 치조나 구개 위치에서 마찰소음(friction)을 생성할 수 있게 된다. 이시기에 구개마찰음 /f/나 파찰음을 조음할 수 있게 된다(Kent, 1992; Stokes & Surendran, 2005에서 재인용).

Kent의 조음복잡성 원칙에서 조음 운동조절력을 위계적으로 설명하였다. 반면에 Dworzynski와 Howell(2004)은 분절음의 음성학적 특성에 따라서 체계적으로 점수를 주어 조음복잡성의 정도를 판정하는 조음복잡성 지표를 고안하였다.

Lee 등(2004)은 Dworzynski와 Howell(2004)의 조음복잡성 지표를 기초로 하여 한국어의 조음 특성과 말소리 발달에 대한 연구 결과를 반영해서, 한국어 조음복잡성 지표와 배점 기준을 제시하였다. 한국어 조음복잡성 지표는 총 7개의 개별지표로 구성되어있다. 개별지표로 자음의 조음위치와 조음방법, 모음의 종류, 음절의 형태, 어절의 길이, 인접 자음의 출현 여부, 인접 자음의 조음 위치가 동일한 지의 여부에 따른 배점 기준을 적용하여 총점을 계산한다. 총점이 높을수록 조음복잡성이 높다고 판정한다.

조음음운 구조가 복잡해질수록 단어 내 개별 분절음을 조음하는 것이 더욱 어려워진다(Kim 등, 2006). 복잡한 조음음성적 구조가 말장애 화자의 조음음운 능력에 영향을 주는지를 알아보기 위해서 조음복잡성 지표를 활용한 연구들이 실시되고 있다. Song 등(2013)은 마비 말장애인을 대상으로 조음복잡성 수준별 자음정확도와 말명료도를 비교한 결과, 조음복잡성이 자음정확도에 영향을 미치는 요인이고, 중증도가 심한 경우에 조음복잡성의 영향력이 가장 큰 것으로 보고하였다. Lee 등(2004)은 말더듬 성인과 아동을 대상으로 조음복잡성이 조음 오류와 비유창성에 미치는 영향 관계를 살펴본 결과, 조음복잡성 지표 점수가 높은 어절에서 조음오류와 비유창성의 발생률이 더 많이 나타난다는 것을 확인하였다. Shin과 Ha(2015)는 취학전 조음음운장애 아동을 대상으로 조음복잡성에 따른 비유창성과 조음오류 특성 간에 연관성을 연구한 결과, 조음복잡성이 높은 단어의 조음

오류 출현율이 낮은 단어보다 유의미하게 높았고, 조음복잡성이 낮은 단어와 높은 단어에서 조음오류 유형의 비율은 대치, 왜곡, 생략 순으로 높게 나타났다고 보고하였다.

선행연구들은 조음복잡성과 자음정확도, 말명료도, 비유창성 비율, 조음오류 유형, 조음오류 빈도 등의 관련성을 분석함으로써 조음음운 능력이 조음음성적 구조에 영향을 받는지에 대해서 해석하고 설명했다. 그러나 조음음성적 구조가 조음음운장애 아동의 말 운동통제 능력에 영향을 주는 요인인지를 알아보는 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 3세 후반부터 4세 후반까지의 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동을 대상으로 조음복잡성(phonetic complexity)에 따른 단어의 음향학적 길이를 측정하여 조음음성적 구조가 이들의 말 운동통제 능력에 영향을 주는 요인인지를 알아보고자 한다. 또한 Kent의 조음복잡성(articulatory complexity) 원칙에서 제시한 각 단계별 자음을 조음하는 운동조절 능력이 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동 간에 차이가 있는지를 살펴보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 3세 7개월부터 4세 11개월까지의 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동이 참여하였다(Table 1). 기능적 조음음운장애 아동들은 사설 언어치료 클리닉에서 전문 언어치료사에 의해서 기능적 조음음운장애로 진단을 받고, 언어장애나 지적장애, 자폐증과 같은 동반 장애가 없는 신체 및 운동 발달이 정상적인 아동들이었다. 일반 아동들은 유치원에서 담임교사가 정상적인 사회성 및 인지 발달을 보이고, 신체 및 신경학적 결함이 없다고 보고된 아동들이었다. 본 연구의 목적을 대상자들의 부모에게 설명하였고, 부모의 참여 동의를 얻은 후에 대상자들의 실험을 진행하였다.

수용-표현 어휘력 검사(receptive and expressive vocabulary test; REVT)(Kim, 2009)를 실시하여 수용어휘

력이 -1SD이상에 속하는 아동들을 본 실험의 대상자로 선정하였다. 우리말조음음운평가(U-TAP)(Kim & Shin, 2004)를 실시하여 자음정확도를 산정하고 평가기준에 근거하여 조음음운장애 아동과 일반 아동으로 판정하였다. 조음음운 능력을 파악하기 위해서 Shriberg와 Kwiatkowski(1982)의 기준을 적용하였다. Shriberg와 Kwiatkowski(1982)의 기준에 의하면, 자음정확도 85.00~100.00 %일 때 경도(mild)로 분류하고, 65.00~85.00 %는 경도-중등도(mild-moderate), 50.00~65.00 %는 중등

도-심도(moderate-severe), 50.00 % 미만은 심도(severe)로 분류하였다. 본 연구에 참여한 기능적 조음음운장애 아동은 24명이었고, 경도-중등도 이상이 20명, 중등도-심도 2명, 심도 2명이었다. 실험음성학적 방법으로 말소리의 시간적인 특성을 측정하는 분석 방법을 적용하기 때문에 조음음운 능력이 중등도 이하에 속하는 아동들은 대상자에서 제외시켰다. 대상아동의 자음정확도에 대한 기술통계 결과는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Subject' s information

Group	Gender		Sum	Chronological age (month)	Percentage of consonant correct (%)
	Female	Male			
CFAPD	7	13	20	50.90±4.44 ^a	78.02±6.29
NC	12	8	20	52.50±4.36	95.93±3.53

^aMean±Standard deviation, CFAPD; children with functional articulation and phonological disorders, NC; normal children

2. 연구절차

1) 말소리 자료 수집 절차

본 연구는 사설 언어치료 클리닉과 유치원에서 실시되었다. 실험은 소음이 비교적 차단된 조용한 환경에서 이루어졌다. 대상 아동과 일상적인 대화를 대략 10여분 동안 진행한 후 실험 절차에 대한 간단한 설명을 해주었다. Spectrum우리말발음검사(Kim, 2011)의 그림 자료를 보여주고 “이것은 무엇일까요?”라고 질문하여 답을 유도하였다. 단어를 말할 수 없는 경우에 지연 모방으로 말소리 자료를 수집하였다. 그림 보고 단어를 말하는 실험을 2회 실시하였다. 조음하는 동안 입술이나 혀의 조음 동작에 대한 시지각적 정보를 얻기 위하여 아동의 얼굴 정면을 볼 수 있는 위치에 디지털 카메라(Coolpix s3300, Nikon, Japan)를 설치하였다. 실험 과정을 녹화하였고, 녹화된 동영상 파일을 노트북에 저장하였다.

음향학적 평가 프로그램인 Multi-speech(Model 3700, KayPentax, USA)를 사용하여 아동의 말소리를 수집하였다. 단일지향성 다이내믹 마이크(PG 480, Shure, USA)를 유선으로 노트북에 연결하여 사용하였다. 대상 아동의

입과 마이크 간격을 대략 15 cm 정도 유지하도록 하였다. Multi-speech 프로그램으로 녹음을 할 때 표본추출률은 11,025 Hz이었고, 양자화는 32 bit이었다. 녹음된 음성 언어자료는 음성파일로 저장하였다.

2) 조음오류 유형 및 빈도 평가 절차

조용한 환경에서 노트북에 있는 아동들의 동영상 자료를 보고 조음오류 유형과 빈도를 분석하였다. 제 1평가자는 1급 언어치료사 자격증 소지자로 10년 이상의 임상경력이 있는 언어치료사이었고, 제 2평가자는 1급 언어치료사 자격증을 소지한 임상경력 10년 이상의 언어치료학과 교수이었다. 녹화된 동영상 자료는 필요에 따라서 여러 번 반복해서 볼 수 있도록 하였다. 생략과 대치만을 오류 유형으로 보고 빈도를 분석하였다. 제 1평가자가 평가한 자료의 10.00 %인 4명의 분석 자료를 제 2평가자가 분석한 결과와 비교한 결과, 일치하는 정도는 100.00 %이었다.

3. 실험 단어

1) 조음복잡성에 따른 단어 선정

실험 단어는 Spectrum우리말발음검사(Kim, 2011)에서 선정하였다. Spectrum 우리말발음검사에서 어휘를 선정한 이유는 조음음운 능력을 파악할 수 있고, 명사 어휘로만 구성되었기에 언어학적 요인으로 품사의 차이에 따른 영향을 배제할 수 있으며, 그림 보고 말하기 방법으로 자연스러운 발화를 유도할 수 있기 때문이다. Lee

등(2004)의 조음복잡성 지표 및 배점 기준에 근거하여 각 단어의 조음복잡성 점수를 계산하였다. 조음복잡성 점수에 따라서 저(0~4점)와 고(5~10점)로 분류하였다. Spectrum우리말발음검사에서 조음복잡성 점수의 ‘저’에 해당하는 단어는 28개이었고, ‘고’에 해당하는 단어는 15개이었다. 수준별 단어의 수를 동일하게 맞춰서 각 15개씩 선정하였다(Table 2).

Table 2. List of words according to phonetic complexity

No	Phonetic complexity-Low level		Phonetic complexity-High level	
	Word	Score of phonetic complexity	Word	Score of phonetic complexity
1	/pata/	0	/t'alki/	5
2	/p ^h oto/	0	/s'almɛ/	5
3	/tali/	1	/teusawi/	5
4	/t ^h ok'i/	1	/p ^h alte'i/	6
5	/kɛmi/	1	/pihefjki/	6
6	/hama/	1	/nunsalam/	6
7	/motea/	2	/k'otpjɔfj/	7
8	/pak ^h wi/	2	/teafjkap/	7
9	/pʌsʌt/	2	/te ^h itsol/	7
10	/tok'ɛpi/	2	/k ^h ɛfjkʌlu/	7
11	/p'alte/	3	/p ^h als'ilum/	7
12	/kilin/	3	/koŋljɔfj/	9
13	/nʌkuli/	3	/sutkalak/	9
14	/kʌpuki/	3	/teuteʌntea/	10
15	/kekuli/	4	/te'akte'aki/	10

2) 조음복잡성에 따른 자음 선정

Spectrum우리말발음검사는 어두 초성, 어중 초성, 어말 종성의 위치에서 목표 음소를 지정하여 각 음소의 정조음률을 파악할 수 있도록 고안되어있다. 본 연구에서는 어두 초성에서 단어 18개와 어말 종성에서 단어 7개를 실험단어로 선택하였다. Kent(1992)의 조음복잡성 원칙에 따라서 목표 자음을 분류하였다(Table 3). Kent(1992)는 영어의 자음을 4개의 수준으로 분류하였다. 수준 1은 /p, m, n, w, h/이었고, 수준 2는 /b, d, k, g,

j, f/이었으며, 수준 3은 /t, f, r, l/이었다. 마지막으로 수준 4는 /s, z, ʃ, v, ɵ, ð, tʃ, dʒ/가 속하였다(Stokes & Surendran, 2005에서 재인용). Kent(1992)의 조음복잡성에 근거하여 Stokes와 Surendran(2005)는 영어, 광동어와 네덜란드어의 자음을 분류하였다. 이들의 연구 자료를 토대로 한국어 자음을 수준별로 분류하였다. 광동어의 폐쇄음은 기식성의 유무에 따라서 주요한 분류를 한다. 이에 반하여 한국어의 폐쇄음은 긴장성과 기식성을 기준으로 삼원대립 구조를 이룬다. Kent(1992)가 제안한 조음

복잡성 원칙에는 경음에 대한 분류 기준이 없었기 때문에 한국어의 자음 발달을 반영하여 자음을 분류하였다. 한국어 자음의 발달은 발성유형에 따라 경음, 평음, 격음의 순서로 발달된다(Kim & Shin, 2020). 조음복잡성 원칙에서 기식성 자질을 더 높은 수준으로 제안하고 있기

때문에 평음 폐쇄음이 있는 위치에 경음 폐쇄음을 포함시켰다. Kent(1992)의 수준별 생리학적 특성은 Table 3에 제시되어 있다(Stokes & Surendran, 2005에서 재인용). 각 수준별 한국어 자음과 실험 단어를 Table 3에 제시하였다.

Table 3. List of speech sound according to articulatory complexity

Set	Physiologic characteristics	Target sound	Initial consonant	Final consonant
1	Ballistic articulatory movement	/p, p', m, n, h/	/motea/	/teafjkap/ /nusalam/, /kilin/
	Ramp articulatory movement		/nɔkuli/, /pata/	
	Velopharyngeal valving: stops and nasal present		/p'alte/	
	Voicing adjustment: voiced and voiceless items present		/hopak/	
2	Primary place of articulation: bilabial, alveolar, and glottal	/p ^h , k, k', k ^h , t, t'/	/p ^h ili/	/pasat/, /sutk'alak/
	Additional items in the rapid or ballistic movement category		/kemi/, /k'otpjɔfj/	
	Additional items in the ramp movement category		/k ^h efjkɔlu/, /tali/	
	Fine force regulation for frication		/t'alki/	
3	Additional primary place of articulation: velar	/t ^h , f, r, l/	/t ^h ok'i/	/kofljɔfj/ /te ^h itsol/
	Voicing(laryngeal) adjustment		/robot/	
	Tongue configuration(bending)			
4	Additional items in the rapid or ballistic movement category	/s, s', te, te', te ^h /	/supak/, /s'ɔlme/	
	Tongue configuration for dental, alveolar and palatal fricatives		/teoke/, /te'akte'aki/	
	Fine force regulation for frication at each place of fricative articulation		/te ^h amwe/	

4. 분석 방법

1) 음향학적 분석

수집된 아동의 말소리 중에서 가장 대표적인 말소리 자료를 분석 자료로 선택하였다. 단어의 길이를 측정할 때, 아동이 생략, 왜곡, 대치를 보였다고 하더라도 모두 분석 자료에 포함시켰다. 40명의 아동이 30개 단어를 산출하여 총 1200개의 시료를 분석하였다. 한편 분절음 수준에서 자음과 모음을 측정할 때, 정확하게 조음한 경우만을 분석 자료로 채택하였다. 목표음소가 대치되는 경우는 분석 자료에서 제외시켰지만, 왜곡은 정조음으로 간주하고 포함시켰다.

Multi-speech(Model 3700, KayPentax, USA) 프로그램에서 녹음할 때의 표본추출률 11,025 Hz와 동일한 표본추출률로 분석하였다. 본 연구에서 단어의 길이, 자음의 길이, 자음의 후행 모음 길이는 Macrae 등(2010)의 음향학적 분석 방법에 따라서 분석하였다. Multi-speech의 활성창에서 광대역 스펙트로그램과 음성 파형을 일치시키고 단어, 분절음의 길이를 측정하였다. 단어의 길이는 수직 커서를 단어의 시작과 끝에 위치시켜서 측정하였다. 단어의 시작은 단어 첫 음소에 연관된 음향 에너지가 첫 번째로 나타나는 지점으로 정하였다. 단어의 끝은 단어의 마지막 음소와 연관된 음향 에너지가 마지막으로 관찰되는 위치로 정하였다. 시작과 끝에 있는 수직 커서의

시간적 간격을 단어 길이로 측정하였다. 또한 어두 초성과 어말 종성 자음의 길이는 자음의 시작과 연관된 음향 에너지가 확인되는 지점에 수직 커서를 위치시키고, 자음의 마지막과 연관된 음향에너지가 확인되는 지점에 수직커서를 위치시켜서 수직 커서 간의 시간적 간격을 자음의 길이로 측정하였다. 인접 모음의 포먼트 전이는 자음의 길이에 포함시키지 않고 후행 모음의 길이로 분석하였다. 초성 자음에 후행하는 모음의 길이는 모음 산출과 연관 있는 주기적인 유성성이 확인되는 시작과 끝에 수직 커서를 위치시켰다. 커서 간 시간적 간격을 모음의 길이로 측정하였다(Macrae 등, 2010).

2) 조음오류 분석

소음이 비교적 차단된 조용한 환경에서 노트북에 저장된 각 아동의 동영상 자료를 스피커를 통해서 듣고 전사하여 조음오류 유형과 빈도를 분석하였다. 조음복잡성 지표에 따른 조음 오류 빈도를 분석한 Lee 등(2004)의 분석 방법과 조음복잡성 수준에 따른 조음오류 유형을 분석한 Shin과 Ha(2015)의 분석 방법에 따라서 분석하였다. 조음오류 유형에는 생략, 대치, 왜곡, 첨가가 있다. 왜곡은 목표음소에 대한 음성학적 변이형으로 발음되어 의사전달을 하는 데 부정적인 영향력이 없어서 정조음으로 간주된다(Ha 등, 2019). 이러한 이유로 왜곡은 조음오류 유형에서 제외시켰다. 또한 첨가 오류로 유음의 첨가가 대상자들 중 2명에게서 각 1회씩 관찰되어 조음오류 유형 분석에서 제외시켰다. 이에 따라서 본 연구에서는 생략과 대치만을 조음오류의 유형으로 분석하였다.

5. 통계 처리

본 연구에서 모든 자료는 SPSS Ver.21 for window를

사용하여 통계 분석하였다. 조음오류 빈도가 집단, 조음복잡성, 조음오류 유형에 따른 차이가 있는지를 알아보기 위해서 일변량삼원분산분석(3-way ANOVA)을 실시하였다. 조음복잡성 ‘고’와 ‘저’ 수준에서 조음오류 유형 ‘대치’와 ‘생략’에 따른 조음오류 빈도가 집단 간에 차이가 있는지를 확인하기 위해서 독립표본 t-test를 실시하였다. 단어 길이, 초성과 종성의 자음 길이, 초성 자음의 후행 모음길이가 조음복잡성과 집단에 따른 차이가 있는지를 알아보고자 일변량이원분산분석(2-way ANOVA)를 실시하였다. 조음복잡성 수준에 따른 단어 길이, 초성과 종성의 자음 길이, 초성 자음의 후행 모음 길이가 집단 간 차이가 있는지를 알아보기 위해서 독립표본 t-test를 실시하였다. 초성과 종성 자음 길이, 후행 모음 길이가 조음복잡성 수준들 간에 차이가 있는지를 알아보기 위해서 Tukey 사후검정을 실시하였다. 통계적인 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 결 과

1. 조음복잡성에 따른 조음오류 유형

조음오류 빈도에 대한 집단, 조음복잡성, 조음오류 유형에 대한 주효과를 분석한 결과, 집단($F=184.43$, $p<.001$), 조음복잡성($F=61.02$, $p<.001$)과 조음오류 유형($F=64.84$, $p<.001$)의 주효과가 유의미하였다. 조음복잡성 수준에 따른 생략과 대치의 조음오류 빈도는 집단 간에 유의미한 차이가 있었다($p<.001$)(Table 4). 집단과 조음복잡성($F=48.59$, $p<.001$)간에, 집단과 조음오류 유형($F=45.30$, $p<.001$)간에, 조음복잡성과 조음오류 유형($F=33.28$, $p<.001$)간에 교호작용 효과도 유의미하였다.

Table 4. Comparison of articulation error according to phonetic complexity

Phonetic complexity	Articulation error type	CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p
Low	Omission	.09±.28	.00±.00	-7.54	.000***
	Substitution	.12±.37	.03±.16	-5.90	.000***
High	Omission	.12±.36	.02±.14	-6.58	.000***
	Substitution	.50±.70	.03±.21	-15.65	.000***

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

세 가지 요인(F=40.57, p<.001)간에도 교호작용 효과가 있었다. 기능적 조음음운장애 아동은 일반 아동보다 조음복잡성이 높을수록 조음오류 빈도가 더 많았고, 대치가 생략보다 더 많았다.

2. 조음복잡성에 따른 단어의 음향학적 길이

단어 길이에 대한 집단, 조음복잡성에 대한 주효과를 분석한 결과, 집단(F=4.85, p<.05)과 조음복잡성(F=53.42, p<.001)의 주효과가 유의미하였다. ‘저’수준에서 단어 길이가 통계적으로 유의미한 집단 간 차이를 보였다(p<.05)(Table 5). 집단과 조음복잡성 간에 교호작용 효과(F=1.14, p>.05)는 나타나지 않았다.

Table 5. Mean and standard deviation of word duration according to phonetic complexity (unit: ms)

Phonetic complexity	CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p
Word duration Low	735.55±173.24	706.78±140.39	-2.24	.026*
Word duration High	790.52±148.84	780.52±145.49	-.83	.406

3. 조음복잡성에 따른 초성 자음의 음향학적 길이

1) 두 집단에서 초성 자음 길이 비교

두 집단에서 초성 자음의 길이에 대한 평균과 표준편

차는 Table 6에 제시되어 있다. 조음복잡성 수준 2의 격음 양순 폐쇄음에서 기능적 조음음운장애 아동의 발생 개시시간이 일반 아동에 비하여 유의미하게 짧았다(p<.05)(Table 6).

Table 6. Comparison of consonant duration in initial position of word between two groups (unit: ms)

Articulatory complexity	Consonant	CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p
1	/m/	54.96±25.79	52.63±18.04	-.33	.742
1	/n/	46.36±25.04	48.58±20.74	.31	.762
1	/h/	83.47±26.86	78.55±24.00	-.61	.545
1	/p/	74.20±19.52	76.78±19.45	.42	.679
1	/p'/	20.32±5.28	20.36±3.94	.03	.978
2	/p ^h /	63.97±20.55	80.66±23.05	2.42	.021*
2	/k/	73.66±23.13	83.07±16.14	1.49	.144
2	/k'/	25.34±9.18	24.16±6.49	-.45	.655
2	/k ^h /	74.32±21.37	68.69±21.68	-.80	.432
2	/t/	80.74±18.74	81.77±23.52	.15	.879
2	/t'/	22.03±6.14	22.81±5.35	.43	.673
3	/t ^h /	55.23±22.23	52.27±17.44	-.46	.645
3	/r/	81.48±23.72	65.42±19.53	-1.80	.085
4	/tɕ/	89.11±21.52	87.43±26.18	-.20	.845
4	/tɕ'/	29.63±9.78	29.70±10.14	.02	.985
4	/tɕ ^h /	105.01±30.61	100.53±26.40	-.45	.656
4	/s/	124.37±44.45	117.25±34.35	-.54	.596
4	/s'/	111.67±53.55	91.77±48.51	-.86	.397

2) 조음복잡성에 따른 초성 자음 길이

초성 자음의 길이에 대한 집단과 조음복잡성에 대한 주효과를 분석한 결과, 집단의 주효과가 유의미하지 않았다($F=.59, p>.05$). 두 집단에서 조음복잡성 수준별 자음 길이를 비교한 결과, 초성 자음 길이는 유의미하지 않았

다(Table 7). 그러나 조음복잡성의 주효과가 유의미하였고($F=34.14, p<.001$), Tukey 사후검정을 한 결과, 조음복잡성 수준 1(55.62 ms), 2(58.82 ms), 3(60.46 ms)은 수준 4(88.50 ms)간에 유의미한 차이를 보였다($p<.05$). 집단과 조음복잡성($F=.58, p>.05$)간에 교호작용 효과가 없었다.

Table 7. Mean and standard deviation of consonant duration in initial position of word according to articulatory complexity (unit: ms)

Articulatory complexity		CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p
Consonant duration	1	55.86±30.99	55.38±28.12	-.12	.908
	2	57.47±29.49	60.12±31.73	.66	.510
	3	63.67±25.53	57.90±19.25	-1.02	.311
	4	91.95±46.27	86.33±42.79	-.78	.437

4. 조음복잡성에 따른 초성 자음에 후행하는 모음의 음향학적 길이

1) 두 집단에서 후행 모음의 길이 비교

후행 모음 길이에 대한 평균과 표준편차는 Table 8에 제시되었다. 조음복잡성 수준 3의 유음에서 기능적 조음 음운장애 아동의 후행 모음 길이가 일반 아동보다 유의미하게 길었다($p<.05$).

Table 8. Comparison of vowel duration following consonant between two groups (unit: ms)

Articulatory complexity	Consonant	Vowel	CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p	
Vowel duration	1	/m/	/o/	239.26±76.44	242.26±74.51	.13	.901
	1	/n/	/ʌ/	182.05±39.21	173.19±52.09	-.61	.547
	1	/h/	/o/	224.32±74.08	226.72±69.41	.11	.916
	1	/p/	/a/	239.94±85.70	212.55±73.47	-1.09	.285
	1	/pʰ/	/a/	127.59±33.21	135.94±29.85	.84	.409
	2	/pʰ/	/i/	277.09±85.53	257.27±72.60	-.79	.434
	2	/k/	/ɛ/	268.52±77.03	280.61±66.41	.53	.598
	2	/kʰ/	/o/	124.04±33.98	113.64±42.67	-.85	.399
	2	/kʰ/	/ɛ/	107.61±58.95	102.60±58.55	-.27	.789
	2	/t/	/a/	295.61±95.05	291.36±87.82	-.15	.884
	2	/tʰ/	/a/	208.76±47.81	189.43±58.16	-1.15	.258
	3	/tʰ/	/o/	131.12±44.10	112.82±31.46	-1.51	.139
	3	/r/	/o/	280.56±55.84	243.03±60.98	-2.03	.049*
	4	/tɕ/	/o/	271.53±85.67	249.18±91.64	-.80	.431
	4	/tɕʰ/	/a/	94.91±29.03	84.44±21.74	-1.29	.204
	4	/tɕʰ/	/a/	242.86±63.61	226.68±90.12	-.66	.516
	4	/s/	/u/	225.42±74.52	231.36±90.79	.23	.822
	4	/sʰ/	/ʌ/	206.85±70.47	191.72±45.49	-.81	.425

2) 조음복잡성에 따른 후행 모음 길이
 후행 모음 길이에 대한 주효과를 분석한 결과, 집단의 주효과(F=3.11, p>.05)와 조음복잡성의 주효과(F=.91, p>.05)는 유의미하지 않았다. 두 집단에서 조음복잡성 수

준에 따른 후행 모음의 길이를 비교한 결과 유의미한 차이가 없었다(Table 9). 집단과 조음복잡성의 교호작용 효과(F=.34, p>.05)도 통계적으로 유의미하지 않았다.

Table 9. Mean and standard deviation of vowel duration following consonant according to articulatory complexity (unit: ms)

Articulatory complexity	CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p
1	202.63±77.21	198.13±72.29	-.43	.671
2	213.61±101.08	205.82±100.17	-.60	.549
3	205.84±90.51	177.93±81.49	-1.45	.151
4	208.31±89.84	196.68±93.66	-.90	.371

4. 조음복잡성에 따른 종성 자음의 음향학적 길이

두 집단의 종성 자음의 길이에 대한 평균과 표준편차를 Table 10에 제시하였다. 종성 자음의 길이는 집단 간에 유의미한 차이가 없었다(Table 10).

1) 두 집단에서 종성 자음의 길이 비교

Table 10. Comparison of consonant duration in final position of word between two groups (unit: ms)

Articulatory complexity	Consonant	CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p
1	/m/	120.29±56.47	95.79±26.07	-1.74	.091
1	/n/	113.17±42.38	100.31±29.27	-1.10	.280
1	/p/	27.45±7.50	25.08±6.21	-1.07	.292
2	/t/	29.14±8.76	27.18±8.26	-.72	.476
2	/k/	30.93±6.60	33.48±10.78	.89	.380
3	/ŋ/	124.72±30.50	124.38±28.27	-.04	.971
3	/l/	93.10±29.94	108.03±42.64	1.28	.208

2) 조음복잡성에 따른 종성 자음 길이

종성 자음 길이에 대한 주효과를 분석한 결과, 집단의 주효과(F=.14, p>.05)는 유의미하지 않았다. 조음복잡성

Table 11. Mean and standard deviation of consonant duration in final position of word according to articulatory complexity (unit: ms)

Articulatory complexity	CFAPD (n=20)	NC (n=20)	t	p
1	86.34±58.42	73.72±41.40	-1.34	.184
2	30.03±7.70	30.33±10.00	.15	.884
3	108.91±33.85	115.99±36.83	.89	.376

에 따른 종성 자음 길이는 집단 간에 유의미한 차이가 없었다(Table 11). 조음복잡성의 주효과는 유의미하였고 ($F=93.64, p<.001$), Tukey 사후검정을 실시한 결과, 조음복잡성 수준 1(79.64 ms)과 2(30.19 ms)간, 수준 2(30.19 ms)와 3(112.41 ms)간, 수준 1과 수준 3간에 유의미한 차이가 있었다($p<.05$). 집단과 조음복잡성($F=1.67, p>.05$) 간에 교호작용 효과는 없었다.

IV. 고찰

본 연구는 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동을 대상으로 조음복잡성에 따른 조음오류 유형과 빈도, 자음과 단어의 음향학적 길이가 차이가 있는지를 알아보기 위해서 진행되었다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 기능적 조음음운장애 아동의 조음오류 빈도는 일반 아동보다 통계적으로 유의미하게 높았다. 두 집단에서 모두 대치가 생략보다 유의미하게 더 많이 나타났다. 조음복잡성과 조음오류 유형 간에 교호작용 효과가 있었다.

조음복잡성이 높은 수준에서 조음오류의 빈도가 더 많았고, 두 집단에서 모두 조음복잡성 ‘고’와 ‘저’ 단어에서 대치, 생략 순으로 오류 빈도가 높게 나타났다는 결과는 선행연구들과 일치한다(Kim 등, 2017; Shin & Ha, 2015). 조음복잡성과 조음오류 유형 간 교호작용 효과가 있어서 조음복잡성이 높을수록 대치가 생략보다 더 많이 발생하는 경향이 있었다. 말명료도의 중증도에 따른 조음오류 유형을 살펴본 Kim 등(2010)의 연구에 의하면 말명료도 ‘고’와 ‘중’수준인 마비말장애 화자들은 조음위치의 오류 빈도가 높게 나타났던 반면에 ‘저’수준의 화자들은 조음방법과 생략의 오류 빈도가 높게 나타났다고 보고하였다. 기능적 조음음운장애 아동의 조음오류가 대치, 생략 순으로 높게 나타났다는 본 연구의 결과는 조음음운 능력의 중증도(경도, 경도-중등도)에서 기인한 것으로 추정할 수 있다.

둘째, 기능적 조음음운장애 아동 집단에서 조음복잡성 ‘저’ 단어의 길이가 일반 아동보다 유의미하게 길었다. 조음복잡성 ‘고’ 단어의 길이는 집단 간에 차이가 없었

다. 단어 길이에 대한 집단과 조음복잡성의 주효과가 있었지만, 집단과 조음복잡성 간에 교호작용효과는 없었다.

기능적 조음음운장애 아동들이 일반 아동보다 단어의 길이가 통계적으로 유의미하게 길었다는 결과는 Macrae 등(2010)의 연구와 일치한다. Macrae 등(2010)은 조음음운장애 아동이 일반 아동보다 단어 길이를 길게 산출하였고, 이들 중에서 중증도가 심각한 아동이 단어를 가장 길게 조음하였다고 보고하였다. 단어를 조음하기 위해서는 단어가 내포하고 있는 조음음운표상과 연결된 조음운동 동작을 계획하고 실행할 수 있어야 한다(Macrae 등, 2010). 그러나 기능적 조음음운장애 아동들은 일반 아동에 비하여 운동통제 능력이 부족하기 때문에 시간적 패턴이 길게 나타난다(Kim & Stoel-Gammon, 2010).

Kim과 Ha(2018)는 조음복잡성이 낮은 어휘를 인출하는 과업에서 조음음운장애 아동의 수행률이 일반 아동과 유의미한 차이를 보였으나 높은 수준의 어휘 인출 과업에서는 두 집단 간에 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 Kim 등(2017)은 조음복잡성이 낮은 단어에서 4세 전반과 4세 후반 아동들의 단어 변이율에 차이가 없었고, 조음복잡성이 높은 단어에서 4세와 5세간에 뚜렷한 수행률의 차이를 보였다고 하였다. Kim 등(2017)은 일반 아동은 4세 시기에 조음복잡성이 낮은 단어에서 안정적인 조음 수행 능력을 갖고 있다고 보고하였다. 조음복잡성이 낮은 수준에서는 단어의 길이가 두 집단 간에 차이가 있었으나 높은 수준에서는 유의미한 차이가 없었던 본 연구의 결과는 선행 연구들(Kim 등, 2017; Kim & Ha, 2018)을 지지하는 결과로 볼 수 있다.

또한 본 연구에서 단어의 음향학적 길이에 대한 조음복잡성의 주효과가 유의미하였고, 조음복잡성이 높은 단어의 길이가 유의미하게 길게 나타난 결과는 조음음성적으로 복잡한 말소리를 조음하는 데 조음기의 운동통제 능력이 더 많이 요구되고 운동 속도가 느려진다고 제안한 Kent(1992)의 주장을 뒷받침하는 근거로 볼 수 있다.

셋째, 조음복잡성 수준 2의 격음 양순 폐쇄음 /ㅍ/에서 발생개시시간이 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 폐쇄음의 발생개시시간은 후두와 상후두의 조음기관들 간 협응 능력을 반영하는 파라미터이다(Kent 등, 1999). 발

성개시시간은 초성의 위치에서 폐쇄음의 발생 유형에 대한 차이를 뚜렷하게 나타내는 시간적 실마리가 된다 (Yu 등, 2015). 초성에서 한국어 폐쇄음의 길이, 즉 발생 개시시간은 격음, 평음, 경음 순으로 길다(Pae 등, 1999). 양순 폐쇄음에서 일반 아동은 격음, 평음, 경음 순서로 길게 나타나서 한국어의 삼원 대립 구조가 잘 나타난 반면에 기능적 조음음운장애 아동은 평음, 격음, 경음의 순서로 길게 나타났다. 발생 유형에 따른 양순 폐쇄음의 발생개시시간이 상이한 양상을 보여주고 있다. 평음과 격음 폐쇄음의 발생개시시간은 나이든 아동들보다 어린 아동들에게서 덜 뚜렷한 차이를 보인다(Kang & Guion, 2006). 본 연구에서 격음 양순음을 제외하고, 치경 폐쇄음과 연구개 폐쇄음의 발생개시시간은 발생유형에 따른 차이가 집단 간에 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 VCV음절에서 폐쇄음의 발생개시시간이 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동 간에 유의미한 차이가 없었다고 보고한 Park과 Lee(2016)의 연구와 동일한 결과이다.

기능적 조음음운장애 아동의 폐쇄음 산출 능력을 규명하기 위해서 폐쇄음의 발생개시시간이 음절 내 위치, 조음방법, 조음위치, 다양한 모음 환경에서 차이가 있는지를 살펴볼 필요성이 있음을 제안한다.

넷째, 초성과 종성의 자음 길이에 대한 집단의 주효과가 유의미하지 않았다. 말소리 분절 길이는 말 운동통제 능력을 반영하는 지표이다(Sim, 2001). 어린 아동이 나이든 아동이나 어른보다 말소리 분절음을 길게 산출한다 (Gerosa 등, 2006). Cohen과 Waters(1999)의 연구에서 3~4세 조음음운장애 아동들의 /퍼/, /터/, /커/, /퍼터커/ 길이가 일반 아동과 유의미한 차이가 없었다고 보고하였다. Dokoza 등(2011)의 연구에서도 6.3세~7.9세 말더듬이 있는 아동과 일반 아동을 대상으로 분절음의 길이를 비교한 결과, 말소리 분절의 길이 차이가 없었다. 말장애가 있는 아동들의 분절음 길이가 일반 아동과 차이가 없었다는 선행 연구들의 결과는 본 연구 결과와 일치한다. 이는 분절음을 산출할 때 기능적 조음음운장애 아동의 말 운동통제 능력이 일반 아동과 유사하다는 것을 의미한다.

Kim(2010)의 연구에서 기능적 조음음운장애 아동들의 종성 오류 발생률을 살펴본 결과, 어말 종성의 오류가 가장 적었고, 어중 종성의 오류가 가장 많았으며 종성

오류와 자음 정확도는 높은 상관관계가 있다고 보고하였다. Kim 등(2012)의 연구에서 기능적 조음음운장애 아동, 경도 정신지체 아동, 일반 아동을 대상으로 종성의 조음음운 특성을 비교한 결과, 세 집단 모두에서 어말 종성보다 어중 종성의 조음 오류률이 높게 나타났다. 조음복잡성에 따른 어말 종성 자음의 길이가 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동 간에 차이가 없었다는 본 연구 결과는 선행연구들의 결과를 지지해주는 결과로 볼 수 있다.

다섯째, 초성과 종성 자음의 길이에 대한 조음복잡성의 주효과는 통계적으로 유의미하였다. 초성에서 수준 4에 속하는 자음의 길이가 수준 1, 2, 3에 비하여 유의미하게 길었고, 종성에서 수준 3이 수준 1, 2에 비하여 유의미하게 길었다. 초성에서 수준 4의 자음은 치조 마찰음과 파찰음이었다. 조음복잡성 원칙에서 수준 4의 생리적 특성은 마찰 소음 생성을 위한 조음기의 섬세한 힘 조절력과 관련이 있었다. 종성에서 수준 3의 자음은 유음 생성을 위한 혀의 조음동작이 관련되어 있었다. 본 연구에서 조음복잡성이 가장 높은 수준에서 자음의 길이가 길게 산출된 것은 조음복잡성이 높은 말소리를 조음할 때 더 많은 말 운동조절력이 요구된다는 Kent(1992)의 주장을 뒷받침하는 근거가 된다.

조음복잡성 원칙에서 각 수준별 생리적 특성과 관련 있는 자음들이 제시되어있다. Stokes와 Surendran(2005)은 조음복잡성이 일반아동의 자음 습득 연령과 발달 과정을 밝히는 데 중요한 역할을 한다고 주장하였다. 이들은 조음복잡성이 자음을 정조음하는 능력 및 자음의 출현 연령과 연관성이 있다고 하였다. 한국어 자음의 습득 연령을 살펴보면, 완전 습득 기준으로 2세 0개월부터 2세 11개월까지는 /ㅍ, ㅁ, ㅇ/을 습득하고, 3세 0개월부터 3세 11개월까지는 /ㅂ, ㅃ, ㅄ, ㅌ/를 습득하며, 4세 0개월부터 4세 11개월까지는 /ㄴ, ㄷ, ㄸ/을 습득한다. 말소리 발달의 중기에 해당하는 5세 0개월~5세 11개월까지는 /ㄱ, ㅋ, ㆁ, ㆁ/를 습득하고, 후기인 6세 0개월부터 6세 11개월까지에 /ㅅ/를 완전 습득하게 된다(Kim & Shin, 2020). 초기 음소들은 조음복잡성 수준 1, 2, 3에 해당하는 음소들이었고, 중기와 후기 음소들은 조음복잡성 수준 3과 4의 음소들이었다. 초성과 종성의 자음 길이가 조음복잡성에 따라서 차이가 있었다는 본 연구 결과는

Kent의 조음복잡성 원칙이 말 운동통제 능력을 반영하고 있다는 것을 밝힌 근거가 될 수 있다. 또한 Kent의 조음복잡성 원칙은 아동의 자음 습득을 설명하는데 유용한 지표로 활용될 수 있다.

여섯째, 조음복잡성 수준 3의 유음 /r/에서 후행하는 모음 길이가 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 그러나 후행 모음 길이에 대한 집단과 조음복잡성의 주효과가 유의미하지 않았다.

모음은 조음하기 어렵지 않지만 대다수의 말 운동 지연이 있는 아동들은 모음에서 어려움이 나타난다. Shriberg와 Wren(2019)의 연구에 의하면, 말 운동 지연이 있는 아동들 중 50.00 % 이상에서 중모음과 이중모음의 길이 증가, 조음 속도의 감소, 부적절한 후두 음질 등이 주로 관찰되었고, 이들 중 50.00 % 미만에서 모음공간면적의 감소, 제 1포먼트의 하강, 고모음에서 제 2포먼트의 감소, 부적절한 공명 등이 나타났다. 기능적 조음음운장애 아동 집단에서 유음의 후행 모음 길이가 일반 아동보다 길게 산출되었다는 본 연구의 결과는 말 운동 지연에서 기인한 것으로 추정할 수 있다. 한편 본 연구의 결과는 Macrae 등(2010)의 주장에 근거하여 또 다른 해석이 가능하다. Macrae 등(2010)은 조음음운장애 아동들이 본인 스스로 자음을 조음하는 데 문제가 있다는 것을 인식하고 있어서 자음보다 모음을 선호하고, 모음을 자음보다 더 강조하여 길게 조음하였다고 주장하였다. 유음은 조음복잡성 수준 3에 해당하고, 한국어 자음 중 가장 늦게 습득되는 음소이다. Macrae 등(2010)의 주장처럼 기능적 조음음운장애 아동들이 정확하게 산출하기 어려운 유음보다 모음을 더 강조하여 길게 산출하였기 때문에 유음의 후행 모음 길이가 길어지는 현상이 발생한 것으로 추정할 수 있다.

본 연구에서 후행 모음 길이에 대한 집단과 조음복잡성의 주효과가 유의미하지 않았다는 결과는 기능적 조음음운장애 아동의 모음 산출을 위한 말 운동통제 능력이 일반 아동과 유사하다는 것을 의미한다.

본 연구의 결과로 단어의 조음·음성적 구조가 기능적 조음음운장애 아동의 말 운동통제 능력에 영향을 미쳤다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 분절음 수준에서 초성과 종성의 자음, 초성 자음의 후행 모음을 조음할 때, 기능적 조음음운장애 아동의 말 운동통제 능력은 일반

아동과 유사하다는 것을 확인하였다. 조음복잡성에 따른 자음의 음향학적 길이가 차이가 있었다. 조음복잡성 단계 중에서 가장 높은 단계에 있는 자음의 길이가 유의미하게 가장 길었다.

본 연구의 제한점은 분절음과 단어의 절대적 길이만을 측정하여 조음 운동 기술의 문제만을 다루었다. 또한 의미성이 있는 단어에서만 조음 운동 양상을 살펴보았다. 향후 연구에서 기능적 조음음운장애 아동을 대상으로 단어 내 분절음의 상대적 길이를 측정하고, 변이성을 살펴봄으로써 음운론적 지식 및 언어학적 요인의 영향 관계를 살펴보고자 한다. 또한 기능적 조음음운장애 아동은 단어와 비단어를 조음할 때 말 운동통제 능력에 차이가 있는지를 확인해본다면, 어휘의 의미성이 조음음운 능력에 미치는 영향력을 규명할 수 있으리라고 본다.

V. 결론

본 연구는 3세 7개월부터 4세 11개월까지의 기능적 조음음운장애 아동과 일반 아동을 대상으로 조음복잡성에 따른 조음오류 유형과 빈도, 단어와 자음의 음향학적 길이가 차이가 있는지를 분석하였다. 기능적 조음음운장애 아동들은 조음복잡성이 높을수록 조음오류 빈도가 더 많았고, 대치와 생략 순으로 오류가 많이 발생하였다. 조음복잡성 ‘저’ 단어에서 기능적 조음음운장애 아동의 단어 길이가 일반 아동보다 유의미하게 길었다. 단어 길이에 대한 집단과 조음복잡성의 주효과가 유의미하였다. 초성과 종성의 자음 길이에 대한 집단의 주효과는 유의미하지 않았지만, 조음복잡성의 주효과는 유의미하였다. 자음의 후행 모음 길이는 집단과 조음복잡성의 주효과가 유의미하지 않았다.

이러한 결과로 단어의 조음·음성적 구조가 기능적 조음음운장애 아동의 말 운동통제 능력에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 분절음 수준에서 개별 자음을 조음할 때 기능적 조음음운장애 아동은 일반 아동과 유사한 말 운동통제 능력을 갖고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 임상에서 기능적 조음음운장애를 평가할 때, 독립음 수준에서 뿐만 아니라 다양한 조음·음성적 구조에

서 조음을 평가할 필요성이 있음을 제안한다.

참고문헌

Cohen W, Waters D(1999). Measuring speech motor skills in normally developing and phonologically disordered pre-school children. *Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences*, pp.789-792.

Dokoza KP, Hedever M, Sarić JP(2011). Duration and variability of speech segments in fluent speech of children with and without stuttering. *Coll Antropol*, 35(2), 281-288.

Dworzynski K, Howell P(2004). Predicting stuttering from phonetic complexity in german. *J Fluency Disord*, 29(2), 149-173. <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2004.03.001>.

Edwards J(1990). Children’s phonetic disorders: theory and treatment. *J Phonetics*, 18(4), 543-548. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30414-0](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30414-0).

Gerosa M, Lee S, Giuliani D, et al(2006). Analyzing children’s speech: an acoustic study of consonants and consonant-vowel transition. 2006 IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing Proceedings, pp.I-I.

Ha JW, Kim SJ, Kim YT, et al(2019). Developmental analysis in Korean children’s speech production using percentage of consonants correct and whole-word measurements. *Commun Sci Disord*, 24(2), 469-477. <https://doi.org/10.12963/csd.19622>.

Kang EY(2018). The correlation between speech intelligibility and acoustic measurements in children with speech sound disorders. *J Korean Soc Integr Med*, 6(4), 191-206. <https://doi.org/10.15268/KSIM.2018.6.4.191>.

Kang KH, Guion SG(2006). Phonological systems in bilinguals: age of learning effects on the stop consonant systems of Korean-english bilinguals. *J Acoust Soc Am*, 119(3), 1672-1683. <https://doi.org/10.1121/1.2166607>.

Kent RD(1992). The biology of phonological development.

In Ferguson C, Menn L, & Stoel-Gammon C, eds, *Phonological development: models, research, implications*. Timonium, York Press, pp.65-90.

Kent RD, Weismer G, Kent JF, et al(1999). Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress, and potential. *J Commun Disord*, 32(3), 141-186. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(99\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(99)00004-0).

Kim AR, Lee R, Han JS, et al(2017). Phonological characteristics of 4-to 5-year old children in nonword repetition under different phonetic complexity. *Commun Sci Disord*, 22(3), 445-457. <https://doi.org/10.12963/csd.17419>.

Kim HG(2011). *Spectrum Urimal Test of pronunciation*. 1st ed, Jeonju, Om Sound.

Kim HJ, Martin K, Hasegawa-Johnson M, et al(2010). Frequency of consonant articulation errors in dysarthric speech. *Clin Linguist Phon*, 24(10), 759-770. <https://doi.org/10.3109/02699206.2010.497238>.

Kim MH, Lee EJ, Han JS(2012). Phonological characteristics of syllable-final consonants among children with mild mental retardation, children with functional articulation disorder, and typically developing children. *Spec Educ Res*, 11(3), 189-213. <https://doi.org/10.18541/ser.2012.10.11.3.189>.

Kim MJ, Stoel-Gammon C(2010). Segmental timing of young children and adults. *Int J Speech Lang Pathol*, 12(3), 221-229. <https://doi.org/10.3109/17549500903477363>.

Kim NY, Ha JW(2018). Effects of the word frequency and the phonetic complexity on lexical retrieval in children with pure speech sound disorders. *Commun Sci Disord*, 23(4), 971-981. <https://doi.org/10.12963/csd.18568>.

Kim SJ(2010). Syllable-final consonant error patterns of children with phonological disorders. *Commun Sci Disord*, 15(4), 549-560.

Kim SJ, Shin JY(2020). *Speech sound disorder*. 2nd ed, Seoul, Sigma Press, pp.88-121.

Kim YE, Choi SE, Park SH(2006). Phonological analysis of phonological disorders and normal children by whole-word approach. *Speech Sci*, 13(4), 143-155.

- Kim YT(2009). Receptive & expressive vocabulary test(REVT). 1st ed, Seoul, Seoul Community Rehabilitation Center.
- Kim YT, Shin MJ(2004). Urimal test of articulation and phonology(U-TAP). 1st ed, Seoul, Haksisa.
- Lee EJ, Han JS, Sim HS(2004). The effects of the phonetic complexity on the disfluencies and the articulation errors of people who stutter. *Commun Sci Disord*, 9(3), 139-156.
- Macrae T, Robb MP, Gillon GT(2010). Acoustic analysis of word and segment duration in children with speech sound disorder. *Asia Pacific J Speech, Language and Hearing*, 13(2), 77-86. <https://doi.org/10.1179/136132810805335100>.
- Nam JH, Yi BW(2010). Acoustic properties of fricatives produced by children with functional articulation disorder. *Phon Speech Sci*, 2(4), 93-100.
- Pae JY, Shin JY, Ko DH(1999). Some acoustical aspects of Korean stops in various utterance positions: focusing on their temporal characteristics. *Phon Speech Sci*, 5(2), 139-159.
- Park JS, Lee YM(2016). Voice onset time of children with functional articulation disorders. *Commun Sci Disord*, 21(2), 343-354. <https://doi.org/10.12963/csd.16308>.
- Robb MP, Tyler AA(1995). Durations of young children's word and nonword vocalizations. *J Acoust Soc Am*, 98(3), 1348-1354. <https://doi.org/10.1121/1.413470>.
- Shin GE, Ha JW(2015). The effects of phonetic complexity on the disfluency and articulation errors of children with speech sound disorders. *J Speech Lang Hear Disord*, 24(1), 91-102. <https://doi.org/10.15724/jslhd.2015.24.1.007>.
- Shriberg LD, Kwiatkowski J(1982). Phonological disorders III: a procedure for assessing severity of involvement. *J Speech Hear Disord*, 47(3), 256-270. <https://doi.org/10.1044/jshd.4703.256>.
- Shriberg LD, Wren YE(2019). A frequent acoustic sign of speech motor delay (SMD). *Clin Linguist Phon*, 33(8), 757-771. <https://doi.org/10.1080/02699206.2019.1595734>.
- Sim HS(2001). Speech motor control approaches to speech disorders: A critique of the literature. *Korean J Spec Educ*, 35(4), 121-141.
- Smith BL, Kenney MK, Hussain S(1996). A longitudinal investigation of duration and temporal variability in children's speech production. *J Acoust Soc Am*, 99(4), 2344-2349. <https://doi.org/10.1121/1.415421>.
- Song HN, Lee YM, Sim HS, et al(2013). Effects of phonetic complexity and articulatory severity on percentage of correct consonant and speech intelligibility in adults with dysarthria. *Phon Speech Sci*, 5(1), 39-46. <https://doi.org/10.13064/ksss.2013.5.1.039>.
- Stokes SF, Surendran D(2005). Articulatory complexity, ambient frequency, and functional load as predictors of consonant development in children. *J Speech Lang Hear Res*, 48(3), 577-591. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2005/040\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/040)).
- Yu VY, De Nil LF, Pang EW(2015). Effects of age, sex, and syllable number on voice onset time: evidence from children's voiceless aspirated stops. *Lang Speech*, 58(2), 152-167. <https://doi.org/10.1177/0023830914522994>.