

4세, 5세, 6세 정상 아동의 한국어 단모음 발달

강 은 영[‡]

[‡]호원대학교 언어치료학과 교수

Korean Monophthong Development in Normal 4-, 5-, and 6-Years-Olds

Kang Eunyeong, ST, Ph.D[‡]

[‡]*Dept. of Speech and Language Therapy, Howon University, Professor*

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to investigate the development of Korean vowels by acoustically analyzing whether children produce Korean vowels differently according to their age and gender between ages 4 and 6.

Methods : A total of 104 children aged 4~6 years (56 males and 48 females) participated in this study. The participants were classified as either 4, 5, or 6 years old. Vowel speech data was obtained by asking the subjects to pronounce meaningful words in which the vowel in question was located in the first syllable. Speech analysis was performed using the Multi-speech 3700 program.

Results : Age, gender, and vowel being pronounced all had significant effects on intensity. There was significant decrease with increasing age, and the intensity was significantly higher in male children than female children. Neither age, gender, nor the vowel being produced affected the fundamental frequency. The fundamental frequency produced did not differ by age or gender. The first and second formants had considerable effect on age and vowels, significantly decreased with age, and did not have a gender difference.

Conclusion : The results of this study showed that children aged 4~6 have similar anatomical structures, but that maturity of speech motor skills required to pronounce vowels was correlated with age. The results of this study can be used to evaluate children's speech and develop speech therapy programs.

Key words : development, formant frequency, intensity, vowel

[‡]교신저자 : 강은영, marylune@naver.com

I. 서론

유아들은 모국어에 최적화된 말 운동 근육의 협응 및 통제 능력을 갖추므로써 말소리를 습득하게 된다. 유아는 처음에는 자신이 쉽게 움직일 수 있는 근육을 이용하여 말소리를 산출하다가 점차적으로 자신의 모국어를 적합한 구어 패턴을 갖게 된다. 이러한 과정에서 미성숙한 발화를 산출하게 된다(Green 등, 2000). 미성숙한 발화는 근골격의 성장뿐만 아니라 신경운동발달과 밀접한 관련성이 있다(Vorperian 등, 2005). 언어 이전기 유아의 발성에서 성인의 구어에 도달하기까지 말의 하부체계인 호흡, 발성, 공명, 조음을 담당하는 해부학적 기관의 성장과 함께 신경운동발달이 진행된다. 아동의 조음 동작이 성인에 가까워지는 시기를 생후 3년 이후로 보았고, 3세~7세 사이에 말 운동 능력이 정교화 된다(Sussman 등, 1992).

말소리 중 모음은 자음보다 좀 더 이른 시기에 습득된다. 12개월~35개월 영유아를 대상으로 모음 발달을 연구한 Ahn 등(2004)에 의하면 영유아는 저모음을 가장 먼저 습득하였다고 한다. 12개월~18개월 사이에 혀몸 자질과 전후 자질을 변별하기 시작하였고, 24개월에 변별적으로 산출할 수 있었다. 원순성 자질은 24개월~30개월에 변별하기 시작하였으나 36개월 이후에 비로써 변별적인 산출이 가능하였다. 또한 Oum(1994)에 따르면 단모음은 3세에 완전습득 되었고, 이중모음은 5세 이후에도 지속적으로 발달된다고 하였다.

단모음과 이중모음의 정확도를 알아본 Song과 Seong(2018)의 연구에서 2세 9개월 이상 아동에게서 단모음 정확도는 90 %에 이르렀고, 이중모음의 정확도는 2세 1개월~2세 8개월 47~48 %, 2세 9개월~3세 4개월 77~79 %, 3세 5개월~4세 1개월 75~82 %로 연령에 따른 증가 추세를 보였다. 청지각적인 방법으로 한국어의 단모음 습득 시기를 알아본 선행연구들에서 한국어 단모음의 습득 시기를 대략 3세로 보고 있었고, 이중모음의 습득은 3세 이후에 지속되는 것으로 나타났다.

청지각적인 평가는 평가자의 평가 숙련도와 임상경험에 따라서 좌우된다. 그러므로 청지각적 평가를 보충할 수 있는 객관적인 자료의 마련이 필요하다(Lee, 2010).

이런 면에서 많은 연구자들이 음향학적 연구 방법에 관심을 갖게 되었다. 음향학적 연구는 말 운동 능력뿐만 아니라 성대나 성도의 해부학적 성장을 설명할 수 있는 자료를 제공할 수 있기 때문이다(Lee & Iverson, 2008).

그러나 어린 아동의 음성을 음향학적으로 연구하는데에는 아동 특유의 특징을 이해해야만 한다. 아동은 성인에 비하여 상대적으로 높은 기본주파수를 보이고, 광범위한 영역에서 기본주파수를 지닌 발성을 보이며, 후두음화나 기식성이 있는 부분이 존재하기도 하고, 예기치 못한 비음화 등의 다양한 특성을 지닌다(Kent & Read, 2002).

아동의 음성 언어 연구에서 발성을 위한 운동 조절, 연령, 포먼트 주파수 등에 대한 영향 관계를 살펴보는 다양한 연구가 이루어졌다. 포먼트 주파수는 발화의 화용 및 의미적 내용과 억양 간의 관련성에 좌우되기도 하고, 정서 상태나 화자의 연령 및 성별과 같은 다른 많은 요인에 의해서 좌우되기도 한다(Reubold 등, 2010). 포먼트는 성도의 해부학적 성장 지표이다. 아동이 성장하면서 성도의 크기는 커지고 포먼트 주파수는 점차적으로 감소하게 된다. 성도의 크기, 성도의 발달 구조, 성별과 개인별 조음의 유형, 방언과 같은 요소들에 대한 발달 연구가 이루어졌다(Kent & Read, 2002).

포먼트 주파수의 변화로 성도의 길이 변화를 예측하는 연구가 Robb 등(1989)에 의해 이루어졌다. 생후 4개월부터 25개월 된 유아들의 포먼트 주파수는 연령에 따른 변화가 없었다. 그러나 25개월에서 36개월 사이에 유아들의 포먼트 주파수는 감소하였다. 이러한 연구결과는 이 시기에 성도의 길이가 길어졌다는 것을 의미한다.

성별과 관련하여 기본주파수의 변화를 보고한 Whiteside와 Hodgson(2000)에 의하면 7~8세에 남자 아동의 기본주파수가 여자 아동보다 낮았다고 한다. 또한 Lee 등(1999)에 따르면 기본주파수의 성별 차이는 8세에는 나타나지 않았으나 대략 11세에 나타나기 시작하여 15세 경에 완성이 되었다고 한다. 기본주파수는 남자 아동의 경우 12~13세에 변화가 시작되었고, 여자 아동의 경우 7세~12세 사이에 점차적으로 감소했다고 한다.

연령에 따른 포먼트 주파수 차이를 연구한 Kim과 Choi(1994)는 4세 4개월~6세 2개월 아동에게서 모음 중 /a/의 F2, /i/의 F1이 연령에 따른 유의미한 차이가 있었

다고 한다.

Lee와 Iversen(2008)은 5세와 10세 각 연령별로 30명씩 총 60명 아동들을 대상으로 연령과 성별에 따른 포먼트 주파수(F0, F1, F2)의 차이를 연구하였다. 포먼트 주파수(F0, F1, F2)가 연령에 따라서 감소하였다. 특히 F1과 F2는 저모음 /a/에서 연령에 따른 차이가 있었다. 기본주파수는 성별에 따른 차이가 없었으나 포먼트 주파수(F1, F2)는 남녀 간 차이가 있었다.

한편 3~5세 아동 집단에서 /a/의 F1이 성별에 따른 차이가 없었다고 주장한 Rhee 등(2001)의 연구가 있었다. /a/의 F2-F1값으로 혀의 전후 위치를 확인한 결과, 남자 아동의 혀 위치가 여자 아동보다 더 앞쪽에 위치해 있다는 것을 확인할 수 있었다. 연령 증가와 함께 F1과 F2-F1 값도 증가되었다. 이러한 결과를 토대로 연령의 증가와 더불어 혀가 상승하여 혀의 전후 위치와 고저 위치를 더욱 적절하게 잡아가고 있는 것으로 해석하였다.

Song과 Seong(2018)에 따르면 F1과 F2는 연령의 증가에 따라 감소하였다. ‘단모음+다’문형에서 /a/의 F2는 2세 1개월~2세 8개월 아동에 비하여 3세 5개월~4세 1개월 아동에게서 후설화되는 경향을 보여주었다. 3세 5개월~4세 1개월 아동에게서 /i/ 모음의 F1은 3세 4개월 이하 아동들에 비하여 고모음화 현상을 보였다. 2세 1개월~2세 8개월 아동이 3세 5개월 이상 아동 집단에 비하여 /a/ 모음을 저모음화하고 전설음화하여 발음하였다.

위와 같이 한국어 모음 발달에 대한 선행연구를 살펴 보았다. 한국어의 모음 발달 연구는 청지각적 평가로 정조음률이나 정확도를 계산하여 습득 수준을 파악하거나 혹은 음향학적 매개변수인 기본주파수, 혹은 포먼트 주파수(F1, F2)를 분석하여 발달특성을 알아보는 방법으로 이루어졌다. 대다수의 연구자들은 한국어 단모음을 만 3세에 완전 습득할 수 있다는 데 일치되는 견해를 보였다. 그러나 학령전기 아동에게서 한국어 단모음 발달이 연령, 성별, 모음에 따라서 차이가 있는지를 음향학적 방법을 적용하여 객관적으로 규명한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 4세, 5세, 6세 아동들을 대상으로 한국어 단모음의 기본주파수, 포먼트 주파수(F1과 F2) 및 강도는 연령, 성별, 모음에 대한 주효과가 있는 지를 알아보고, 연령과 성별 간에, 연령과 모음 간에, 성별과 모음

간에, 연령, 성별과 모음 간에 상호작용이 있는 지를 밝히고자 한다. 또한 기본주파수, 포먼트주파수 및 강도가 어떠한 연령, 성별 및 모음에서 차이가 있는지를 알아보고자 한다. 본 연구의 결과는 말소리 발달을 평가하고, 언어치료 프로그램을 개발하는 데 유용한 기초 자료로서 활용될 것이라고 본다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

전라북도 지역 내 대학 부설 어린이집과 유치원에서 4세~6세 정상 아동들을 대상으로 한국어의 단모음 발달 특성을 음향학적 기기를 이용하여 객관적으로 규명하고자 본 연구를 진행하였다. 본 연구의 목적을 부모에게 설명하였고, 부모가 연구 참여에 동의 의사를 밝힌 아동에 한하여 연구를 실시하였다. 어린이집과 유치원의 담당 선생님의 보고에 의하여 시각 및 청각, 신경계에 문제가 없고, 사회성 및 운동 발달 면에서 정상 발달을 보이는 아동을 대상으로 선정하였다. 신체 발달에 대한 정보로 신장과 체중에 대한 정보는 Table 1에 제시하였다.

언어능력을 평가하기 위하여 취학 전 아동의 수용언어 및 표현언어 발달 척도(Preschool Receptive and Expressive Language Scale; PRES)(Kim 등, 2003)를 적용하여 평가하였고, 참여 대상자들의 언어능력은 모두 정상적인 언어발달에 속하는 것으로 평가되었다(Table 1). 연령별로는 48개월 이상 59개월 이하를 4세 아동 집단으로 하였고, 60개월 이상 71개월 이하 아동을 5세 아동 집단으로 하였으며, 72개월 이상 83개월 이하 아동을 6세 아동 집단으로 분류하였다. 남자 아동은 총 56명이었고, 여자 아동은 48명으로 총 104명이었다.

2. 연구 절차

어린이집과 유치원에서 소음의 영향을 배제할 수 있는 공간을 선택하여 실험을 진행하였다. 검사 방법은 검사자가 그림을 보여주면서 “이것은 무엇일까요?”라고

Table 1. Characteristics of children

Characteristics		Age 4years (n=43)	Age 5years (n=39)	Age 6years (n=22)
Mean age (months)	Female	53.40±3.44 ^a	64.25±3.24	77.88±4.05
	Male	52.39±4.12	64.32±2.81	76.14±3.32
	Sum	52.86±3.81	64.28±3.00	76.77±3.61
Gender	Female	20	20	8
	Male	23	19	14
Height (cm)	Female	103.94±5.07	111.34±6.66	121.01±7.96
	Male	107.14±5.61	111.98±6.71	121.59±6.46
	Sum	105.65±5.54	111.65±6.60	121.38±6.86
Weight (kg)	Female	15.39±2.04	19.79±2.89	25.10±4.51
	Male	17.20±2.50	19.73±2.01	23.68±4.06
	Sum	16.36±2.45	19.76±2.47	24.20±4.19
Equivalent age of receptive language (months)	Female	63.70±9.72	69.30±5.96	74.75±3.54
	Male	62.65±10.18	71.15±6.12	75.57±2.85
	Sum	63.14±9.87	70.21±6.03	75.27±3.06
Equivalent age of expressive language (months)	Female	59.45±7.65	64.30±7.46	72.00±3.38
	Male	58.08±7.15	64.26±5.82	70.71±3.81
	Sum	58.72±7.33	64.28±6.62	71.18±3.63
Equivalent age of integrated language ability (months)	Female	61.70±8.12	66.75±6.42	73.38±2.56
	Male	60.52±8.26	67.79±5.55	73.14±2.63
	Sum	61.06±8.12	67.25±5.96	73.23±2.54

^aMean ± Standard deviation

물으면 아동이 자발적으로 대답하도록 하였다. 검사자가 예비 검사 문형으로 시연을 해보인 후에 아동에게 한 차례 연습할 기회를 주고 나서 본 검사를 진행하였다. 아동의 입과 마이크(PG 480, Shure, USA) 간에 거리를 15 cm 정도 떨어져서 말하도록 지시하였다. 녹취된 말소리는 노트북에서 구동된 Multi-Speech 모델 3700 프로그램 상에서 음성파일로 직접 저장되었다. 음성 표본률은 11,025 Hz이었고, 32 bit로 양자화 하였다.

3. 검사 도구

본 연구의 검사 도구는 Kim(2009)의 연구에서 사용된 모음 검사 항목을 수정 보완하여 사용하였다. Kim(2009)의 모음 검사 항목으로 검사한 결과, ‘에펠탑’과 ‘애꾸’를 발음할 때 일부 아동들은 명칭을 말할 수 없거나 혹은 따라 말하기를 시도하였을 때 조음 오류가 관찰되었다. 오류 패턴으로는 ‘에펠탑’을 /에펠탈/, /에페탑/, /애페

팍/으로 조음하여 유음 첨가 혹은 유음 생략, 양순음 동화가 관찰되었는데 이는 아동의 어휘 목록에 없는 생소한 낱말이고 외래어이었기 때문에 조음 오류가 관찰된 것으로 추측된다. 이러한 이유로 아동의 어휘 수준을 고려하여 ‘애벌레’로 대체하였다. /에/와 /애/를 청장년층에서 변별적으로 사용하지 않는 경향을 보였기 때문에 대표 모음 /E/로 표기하여 7개의 모음만을 목표 음소로 실험하였다. 검사 낱말로는 /a/: ‘악어’, /i/: ‘이빨’, /E/: ‘애벌레’, /u/: ‘우산’, /o/: ‘오징어’, /ʌ/: ‘어항’, /u:/: ‘으쓱’이었다. 검사 문형은 A4 용지의 1/4크기로 그림 카드로 제작하였고 글씨 단서를 함께 제공하였다.

4. 분석 방법

말소리 자료를 Multi-speech(Model 3700, KayPentax, 미국) 프로그램으로 분석하였다(Fig 1). Multi-speech 3700 프로그램에서 저장된 음성파일을 불러오기를 하여 목표

모음의 음성파형에서 안정 구간을 선택하고 스펙트로그램 상에서 포먼트를 확인하였다. 파형과 스펙트로그램의 포먼트에 커서를 일치시키고 동일한 위치에서 에너지와 피치(pitch)를 측정하였다. 모음별 에너지를 측정하여 강

도(intensity)를 알아보았다. 피치는 기본주파수(F0)와 같은 값이다. 피치를 분석하여 모음별 기본주파수(F0) 값을 구하였다. 또한 LPC 분석으로 포먼트 주파수(F1, F2)를 측정하였다.

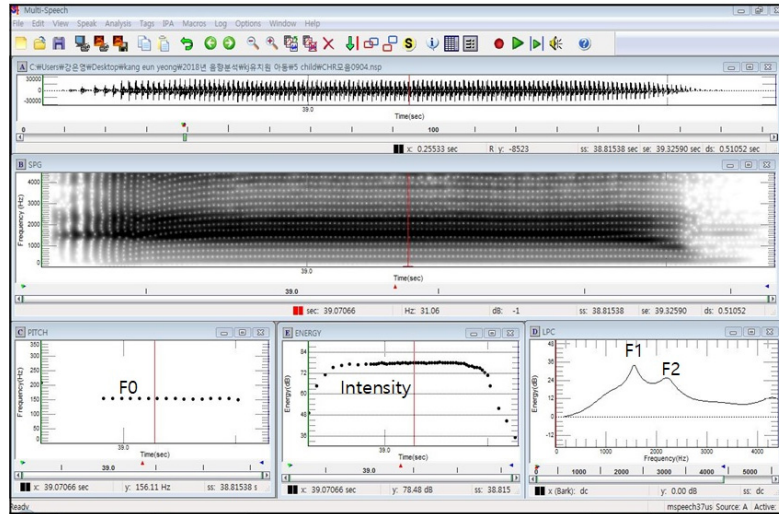


Fig 1. Acoustic analysis in vowel /a/

5. 통계 처리

본 연구의 자료는 SPSS(v.21, IBM, USA) 프로그램을 이용하여 통계 처리되었다. 음향학적 매개 변수인 포먼트 주파수(F0, F1, F2)와 강도가 연령, 성별, 모음에 따른 차이가 있는지를 알아보려고 일변량삼원분산분석(3-way ANOVA)를 실시하였다. 포먼트 주파수와 강도가 연령, 성별, 모음에 따른 주효과가 있는지를 알아보고, 연령과 성별 간에, 연령과 모음 간에, 모음과 성별 간에 상호작용이 있는지도 알아보았다. 또한 포먼트 주파수와 강도가 연령 간, 모음 간, 성별 간에 어떠한 차이가 있는지를 살펴보기 위해서 Scheffé 사후분석을 실시하였다. 통계적인 유의수준은 .05으로 설정하였다.

III. 결과

1. 강도

연령, 성별, 모음에 대한 집단 간 모음 강도의 평균 및 표준편차는 Table 2에 제시되어있다. 모음 강도에 대한 주효과를 분석한 결과, 연령, 성별, 모음에 따른 유의미한 차이가 있었다($p < .01$)(Table 3). 모음의 강도에 대한 ANOVA 분석 결과, 연령과 성별, 연령과 모음, 성별과 모음 간, 연령, 성별과 모음 간에 상호작용이 없었다(Table 3).

Fig 3과 Fig 4는 연령, 모음에 대한 상호작용을 살펴보기 위해서 남자 아동과 여자 아동을 구분하여 살펴본 것이다. 남자 아동 집단 내에서 /E/ 모음의 강도는 4세, 5세, 6세에 유사한 값을 보였고, /ʌ/와 /u/의 강도도 4세와 5세에 유사한 값이었다(Fig 3). /o/ 모음의 강도는 연령의 증가에 따라서 강도가 떨어졌다. 6세 남자 아동 집단에서 /a/ 모음의 강도가 4세와 5세보다 높았고, /ʌ/, /u/, /o/, /i/ 강도가 4세와 5세보다 낮았다.

여자 아동 집단 내에서 6세의 /a/, /i/, /E/, /u/ 강도가 4세나 5세보다 낮았다(Fig 4). 4세와 5세의 /a/ 모음 강도는 유사한 값이었다. /o/ 모음 강도는 5세와 6세에 유사한 값을 보였다.

강도에 대한 연령 간 Scheffé 사후 검증 결과, 강도는 4세와 6세(p<.05)간, 5세와 6세(p<.05)간 유의미한 집단 차이가 있었다. 또한 성별에 따른 모음 강도의 추정된 주변 평균값을 Fig 2에 제시하였다. 남자 아동이 여자 아동에 비하여 유의미하게 높았다(Fig 2). 어떠한 모음 간

에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 Scheffé 사후분석을 실시한 결과는 Table 4에 제시되어있다. 모음별 강도를 비교한 결과, 저모음 /a/의 강도가 고모음 /u/보다 유의미하게 높았다.

Table 2. Mean and standard deviation values of intensity by age, gender, and vowel

	Vowel	Gender	Age 4years (n=43)	Age 5years (n=39)	Age 6years (n=22)
Intensity (dB)	/a/	Female	67.81±5.96	67.67±6.73	64.27±4.33
		Male	68.14±5.79	65.98±6.21	68.87±6.70
		Sum	67.98±5.80	66.85±6.45	67.20±6.26
	/i/	Female	60.40±6.61	61.11±7.10	56.56±8.63
		Male	61.57±4.91	62.62±6.16	54.88±6.02
		Sum	61.02±5.72	61.85±6.62	55.49±6.92
	/E/	Female	62.75±6.23	63.21±4.46	61.29±3.29
		Male	64.98±5.82	64.71±6.08	64.65±5.90
		Sum	63.94±6.05	63.94±5.30	63.43±5.28
	/u/	Female	62.67±8.43	62.03±5.31	57.66±8.95
		Male	61.96±5.31	65.07±5.14	62.79±8.00
		Sum	62.29±6.86	63.51±5.38	60.93±8.53
	/o/	Female	61.51±6.50	63.02±5.71	63.25±4.38
		Male	67.15±5.97	66.67±6.06	62.09±10.69
		Sum	64.53±6.77	64.80±6.09	62.52±8.80
	/Λ/	Female	64.44±5.95	65.90±7.32	66.39±5.33
		Male	69.33±7.27	69.39±8.39	66.14±9.03
		Sum	67.05±7.06	67.60±7.95	66.23±7.75
	/u/	Female	60.00±6.86	55.19±7.67	57.30±12.19
		Male	58.26±7.25	58.32±7.56	57.15±9.37
		Sum	59.07±7.04	56.71±7.68	57.21±10.19

Table 3. Results of a three-factor ANOVA (age×gender×vowel) for intensity

Main effect or interaction	df	F
		Intensity
Age	2	4.863**
Gender	1	10.489**
Vowel	6	25.025***
Age×gender	2	.134
Age×vowel	12	.941
Gender×vowel	6	.585
Age×gender×vowel	12	1.243
Error	686	

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

Table 4. Results of Scheffé post hoc analysis for intensity

Vowel	N	Group				
		1	2	3	4	5
u	104	57.79				
i	104	60.16	60.16			
u	104		62.46	62.46		
e	104			63.83	63.83	
o	104			64.20	64.20	64.20
Λ	104				67.08	67.08
a	104					67.39
p value		.381	.422	.750	.063	.074

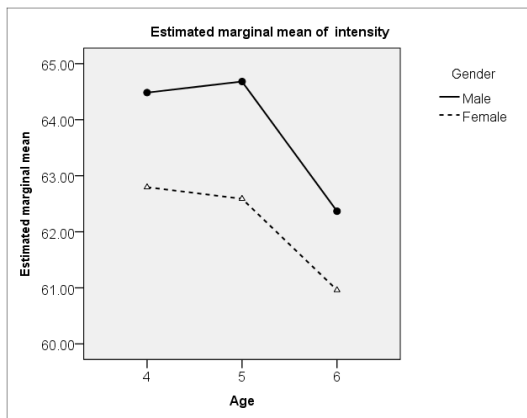


Fig 2. Estimated marginal mean of intensity across age and gender

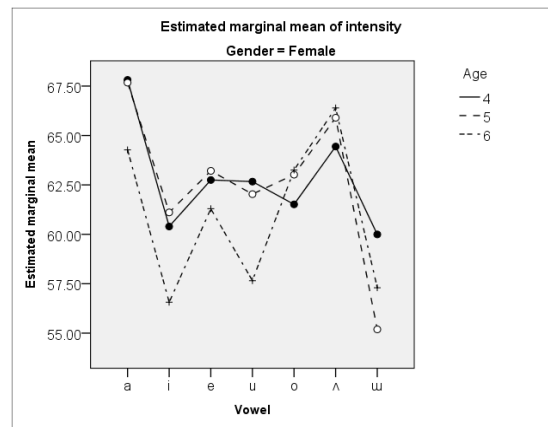


Fig 4. Estimated marginal mean of intensity across age and gender in female children

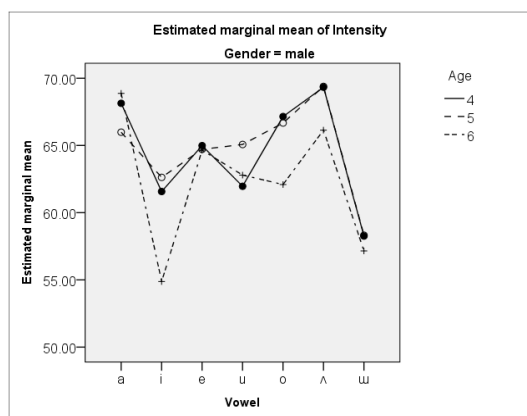


Fig 3. Estimated marginal mean of intensity across age and gender in male children

2. 포먼트주파수

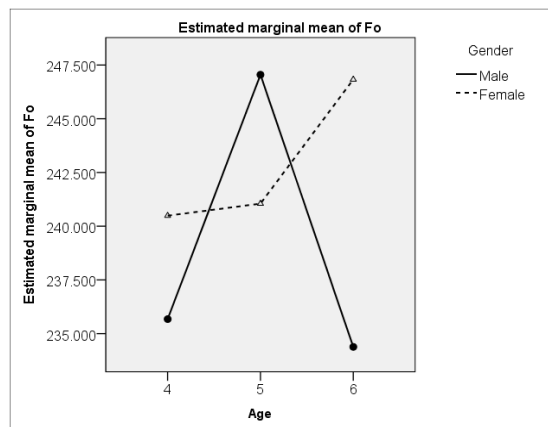


Fig 5. Estimated marginal mean of Fo

1) 기본주파수

기본주파수의 평균 및 표준편차는 Table 5에 제시하였다. 기본 주파수에 대한 주효과를 분석한 결과, 연령, 성별, 모음에 대한 유의미한 차이가 없었다(Table 6).

연령별로 추정된 주변 평균은 4세 237.91 Hz, 5세 243.947 Hz, 6세 238.90 Hz로 거의 차이가 없었다. 성별에

따라 추정된 주변 평균을 비교해보면 4세와 6세에는 여자 아동의 기본주파수가 남자 아동보다 높았고, 5세에는 남자 아동의 기본주파수가 여자 아동보다 높았다(Fig 5). 또한 기본주파수에 대한 연령과 성별, 연령과 모음, 성별과 모음 간에도 상호작용도 나타나지 않았다(Table 6).

Table 5. Mean and standard deviation values of F0 by age, gender, and vowel

Vowel	Gender	Age 4years	Age 5years	Age 6years	
		(n=43)	(n=39)	(n=22)	
F0 (Hz)	/a/	Female	228.26±47.68	241.76±43.77	240.09±12.12
		Male	241.10±40.80	244.52±34.89	249.19±30.38
		Sum	235.13±44.07	243.10±39.20	245.88±25.30
	/i/	Female	262.90±51.49	231.75±61.80	249.82±10.29
		Male	231.47±51.85	247.67±50.41	209.11±63.99
		Sum	246.09±53.47	239.51±56.38	223.92±54.52
	/E/	Female	265.62±24.07	251.04±19.76	232.07±40.15
		Male	248.44±25.32	250.02±37.60	224.08±36.95
		Sum	256.43±25.94	250.53±29.63	226.99±37.39
	/u/	Female	208.01±57.10	220.91±55.91	254.06±17.41
		Male	229.11±49.16	233.03±51.34	232.12±49.13
		Sum	219.30±53.43	226.81±53.38	240.10±41.38
	/o/	Female	247.80±43.10	246.33±36.93	252.29±22.58
		Male	231.35±44.81	246.85±41.60	232.14±36.91
		Sum	239.00±44.28	246.59±38.75	239.47±33.34
	/Λ/	Female	234.84±43.44	250.72±34.53	240.01±13.15
		Male	238.33±40.74	250.00±31.41	241.35±32.62
		Sum	236.71±41.55	250.40±32.61	240.86±26.77
/u/	Female	236.00±50.30	244.84±51.53	259.45±20.07	
	Male	229.91±60.13	257.27±31.46	252.69±34.90	
	Sum	232.74±55.21	250.89±42.85	255.15±29.99	

Table 6. Results of a three-factor ANOVA (age×gender×vowel) for formant frequency

Main effect or interaction	df	F		
		F0	F1	F2
Age	2	1.366	8.666***	6.326**
Gender	1	1.214	2.356	1.853
Vowel	6	1.575	628.396***	687.357***
Age×gender	2	2.369	6.034**	2.060
Age×vowel	12	1.633	1.697	.750
Gender×vowel	6	1.144	1.814	1.043
Age×gender×vowel	12	.867	.898	1.662
Error	686			

p<.01, *p<.001

Table 7. Mean and standard deviation values of F1 and F2 by gender and age group

Vowel	Gender	Age 4years (n=43)	Age 5years (n=39)	Age 6years (n=22)	
F1 (Hz)	/a/	Female	1333.10±128.99	1319.00±118.91	1242.25±53.83
		Male	1265.26±104.72	1228.79±90.62	1179.57±108.06
		Sum	1296.81±120.18	1275.05±114.22	1202.36±95.64
	/i/	Female	433.70±99.82	437.75±95.94	393.63±93.91
		Male	401.65±83.93	392.53±83.91	401.36±100.14
		Sum	416.56±91.97	415.72±91.99	398.55±95.72
	/E/	Female	835.05±172.67	775.95±138.19	697.75±131.58
		Male	793.26±122.88	805.42±117.04	700.43±102.49
		Sum	812.70±147.79	790.31±127.52	699.45±110.79
	/u/	Female	490.25±107.92	512.30±73.45	438.38±76.02
		Male	425.65±66.53	424.00±83.80	501.07±97.43
		Sum	455.70±93.01	469.28±89.57	478.27±93.57
	/o/	Female	541.45±167.93	491.90±76.74	443.00±95.87
		Male	491.17±80.73	503.21±81.71	519.36±85.79
		Sum	514.55±129.67	497.41±78.36	491.59±95.04
	/ʌ/	Female	798.70±179.52	857.20±136.78	662.63±177.22
		Male	766.48±179.17	785.84±155.07	759.43±123.99
		Sum	781.46±177.93	822.44±148.49	724.22±149.19
/ʉ/	Female	499.95±112.53	498.75±67.06	466.88±73.36	
	Male	518.78±80.88	482.05±95.87	533.36±134.52	
	Sum	510.02±96.15	490.62±81.69	509.18±118.61	
F2 (Hz)	/a/	Female	1983.95±174.57	1934.40±181.88	1762.25±118.53
		Male	1912.74±188.21	1836.95±136.89	1740.64±177.39
		Sum	1945.86±183.40	1886.92±166.89	1748.50±155.80
	/i/	Female	3011.70±404.35	3217.25±238.86	2971.75±595.77
		Male	3106.09±475.27	3071.79±378.30	3170.36±396.55
		Sum	3062.19±441.08	3146.38±318.97	3098.14±474.57
	/E/	Female	2622.50±476.11	2524.20±397.50	2558.50±82.63
		Male	2554.74±231.95	2587.53±260.49	2482.36±223.11
		Sum	2586.26±363.18	2555.05±334.93	2510.04±185.73
	/u/	Female	1155.95±270.53	1092.95±226.33	870.83±172.47
		Male	1012.70±214.20	904.63±123.82	1127.62±243.14
		Sum	1079.33±249.74	1001.21±204.86	1046.53±250.42
	/o/	Female	1134.35±377.69	1011.45±189.36	941.14±281.97
		Male	999.35±343.13	1127.79±171.62	1034.08±248.72
		Sum	1062.14±361.73	1068.13±188.02	1001.55±257.39
	/ʌ/	Female	1302.95±252.81	1322.30±121.23	1148.63±186.39
		Male	1248.52±232.28	1237.32±150.22	1177.71±161.15
		Sum	1273.84±240.69	1280.90±141.03	1167.14±166.92
/ʉ/	Female	2131.40±282.79	1967.25±236.64	1945.00±148.44	
	Male	1931.96±341.55	1970.37±419.35	1725.29±310.74	
	Sum	2024.72±327.74	1968.77±333.62	1805.18±280.76	

2) 제 1 포먼트(F1)

연령, 성별, 모음에 대한 집단 간 평균과 표준편차는 Table 7에 제시되었다. F1에 관한 주효과를 분석한 결과, 연령과 모음에 대한 유의미한 차이를 보였다(Table 6). 그러나 성별에 대한 유의미한 차이는 없었다(Table 6).

F1에 대한 추정된 주변 평균을 살펴보면 4세 683.97 Hz, 5세 680.12 Hz, 6세 643.38 Hz 순으로 높았다. 이러한 결과로 연령의 증가에 따라서 F1이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. F1에 대한 연령 간 차이를 Scheffé 사후분석 결과, 4세와 6세($p < .01$), 5세와 6세($p < .01$)간에 유의미

한 차이가 있었다. 연령의 증가에 따라서 개구도의 크기가 감소하는 것을 볼 수 있었다(Fig 9).

F1의 모음 간 Scheffé 사후분석 결과는 Table 8에 제시한 바와 같이 /i/가 가장 낮고, /a/가 가장 높았다. F1은 /i/ < /u/ < /ʊ/ < /o/ < /E/ < /ʌ/ < /a/ 순으로 낮은 수치를 보였다. F1의 ANOVA 분석 결과 연령과 성별 간에 상호작용이 있었다(Table 6). 4세, 5세 연령에는 여자 아동의 F1이 남자 아동에 비하여 높았으나 6세에는 낮게 나타났다(Fig 6). 그러나 연령과 모음 간에는 상호작용이 없었다(Fig 7).

Table 8. Results of Scheffé post hoc analysis for F1

Vowel	N	Group			
		1	2	3	4
i	104	412.43			
u	104	465.57	465.57		
ʊ	104		502.57		
o	104		503.27		
E	104			780.35	
ʌ	104			784.72	
a	104				1268.67
p value		.083	.464	1.000	1.000

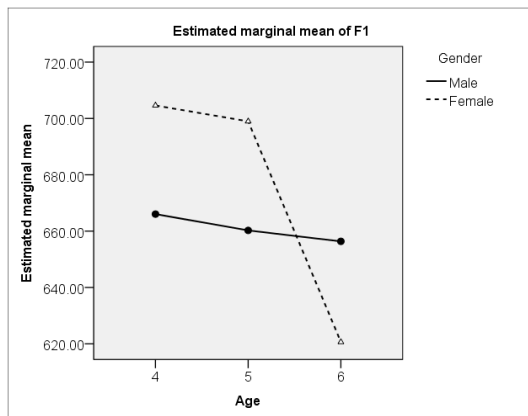


Fig 6. Estimated marginal mean of F1 across age and gender

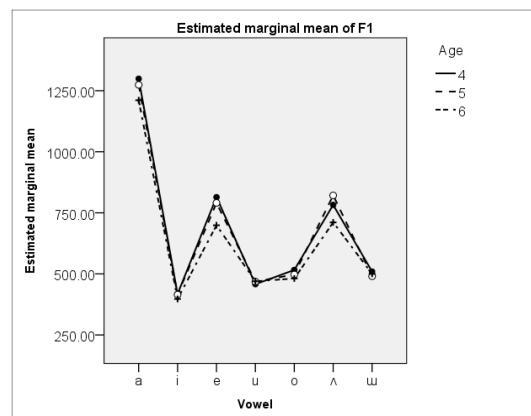


Fig 7. Estimated marginal mean of F1 across age and vowel

3) 제 2 포먼트(F2)

제 2 포먼트의 평균과 표준편차는 Table 7에 제시되어 있다. F2에 대한 주효과 분석 결과, 연령과 모음에 대한 유의미한 차이가 있었다($p < .01$)(Table 6). 성별에 따른 주효과는 나타나지 않았다(Table 6). 4세와 5세에는 여자 아동의 F2가 남자 아동보다 높았지만 6세에는 남자 아동의 F2가 여자 아동에 비하여 높았다(Fig 8). 그러나 성별에 따른 유의미한 차이는 없었다.

F2의 추정된 주변 평균은 4세 1862.05 Hz, 5세 1843.91 Hz, 6세 1792.97 Hz로 나타나서 연령의 증가에 따른 감소하는 경향을 보였다. F2의 연령 간 Scheffé 사후분석 결과, 4세와 6세간에만 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). 모음도에서 연령의 증가에 따라서 F2가 후방으로 이동해 가는 것을 볼 수 있었다(Fig 9).

모음 간 Scheffé 사후분석 결과는 Table 9와 같다. 모음별 F2는 /i/ > /e/ > /w/ > /a/ > /ɛ/ > /o/ > /u/ 순으로 높은

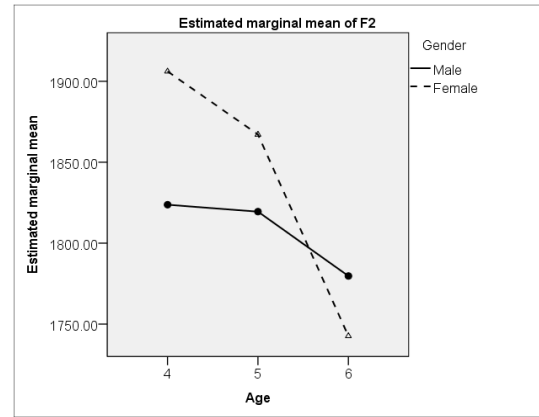


Fig 8. Estimated marginal mean of F2 across age and gender

수치를 보였다. /i/ 모음이 가장 전설에 있었고, /u/ 모음이 가장 후설에 위치한 것을 확인할 수 있었다. F2의 ANOVA 분석 결과, F2에 대한 연령과 성별, 연령과 모음, 성별과 연령 간에 상호작용은 없었다.

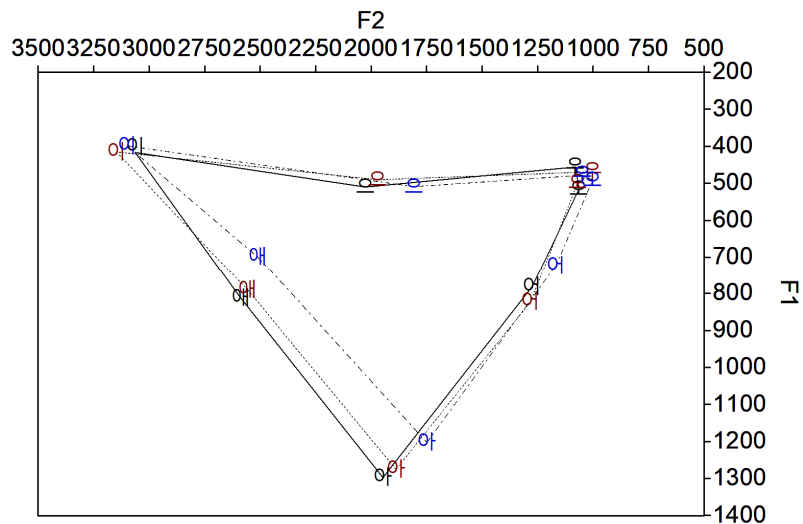


Fig 9. Comparison of vowel spaces in 4-, 5- and 6-years-olds(solid line: 4 year olds(text color: black), dotted line: 5 year olds(text color: maroon), dashed-dotted line: 6 year olds(text color: blue).

Table 9 . Results of Scheffé post hoc analysis for F2

Vowel	N	Group				
		1	2	3	4	5
u	104	1042.99				
o	104	1052.55				
ɛ	104		1253.91			
a	104			1882.00		
w	104			1957.30		
e	104				2558.43	
i	104					3101.36
p value		1.000	1.000	.728	1.000	1.000

IV. 고찰

본 연구는 4세, 5세, 6세 정상 아동들의 단모음 발달 특성을 규명하기 위해서 모음 강도와 포먼트 주파수(F0, F1, F2)가 연령, 성별, 모음에 대한 주효과가 있는지를 알아보고자 하였다. 또한 모음 강도와 포먼트 주파수는 연령과 성별 간에, 연령과 모음 간에, 모음과 성별 간에 상호작용이 있는지를 밝히고자 하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 강도는 연령, 성별, 모음에 대한 주효과가 있었다. 연령이 증가할수록 유의미하게 감소하는 경향을 보였고, 남자 아동의 강도가 여자 아동보다 유의미하게 높았다. 모음 중에서 저모음 /a/의 강도가 가장 컸고, 고모음 /u/의 강도가 가장 작았다.

모음의 강도는 개구도와 관련이 있다. 저모음이 고모음에 비하여 내적 강도가 더 크다. 모음의 내재적인 강도는 화자에 따른 차이를 보이지는 않는다(Shin, 2000). 본 연구에서 저모음의 강도가 고모음보다 큰 이유는 모음 고유 강도에서 기인한 것으로 해석된다.

강도는 호기근과 흡기근의 활동과 관련이 있고(Baker 등, 2001), 후두 근육의 힘보다 호흡에 의해서 조절되는 바가 더 크다. 후두 근육 활동으로 조절이 되는 기본주파수와 달리 강도는 구강 및 호흡운동체계 간 신경 통합 능력을 반영하는 음향학적 변수이다(McClean & Tasko, 2002). McClean과 Tasko(2002)는 음성강도, 기본주파수, 흡기량, 구강안면속도의 측정치 간에 상관관계가 있고, 구강 안면 구조인 턱이 후두체계와 호흡 체계를 연결하는 신경 네트워크와 강한 연계성을 갖고 있다고 하였다. 턱과 발성 체계 간 운동을 통합하고 조절할 수 있는 신경회로가 발달되어 감으로써 말소리 발달이 이루어지는 것이라고 주장하였다.

본 연구에서 음성 강도가 4세와 6세간에, 5세와 6세간에 유의미한 차이를 보였고, 연령의 증가에 따른 강도 감소 현상을 보였다. 이러한 결과는 구강 및 호흡운동체계의 통합 능력 면에서 4세~6세에 뚜렷한 성숙의 차이가 있음을 의미한다.

Choi 등(2010)의 연구에 의하면 청각 장애 환자군의 강도가 정상군보다 높았고, 청각장애 집단 내에서 여아

의 강도가 남아보다 컸다고 한다. 이러한 결과를 발성기계의 조절 능력 결함에서 기인한 것이라고 보았다.

본 연구에서 강도는 성별에 따른 유의미한 차이를 보였고, 남자 아동의 강도가 여자 아동보다 유의미하게 높았다. 이는 남자 아동이 여자 아동에 비하여 구강-호흡운동 체계를 조절하고 통합하는 능력이 미성숙한 것을 의미한다.

둘째, 기본주파수에 대한 주효과 분석 결과, 연령, 성별, 모음에 관한 집단 간에 유의미한 차이가 없었다. 4~6세 아동에게서 기본주파수는 성별이나 연령에 따른 어떠한 차이도 없었다. 본 연구에서 기본주파수의 추정된 주변 평균은 4세 237.91 Hz, 5세 243.947 Hz, 6세 238.90 Hz로 연령별로 거의 차이가 없었다. Im(2014)의 연구에서도 4세 239.4 Hz, 5세 239.78 Hz, 6세 247.45 Hz로 연령에 따른 유의미한 차이가 없었고 본 연구의 결과와 유사한 값을 보였다.

기본주파수는 후두성장률을 나타내는 지표이다. 여자 아동의 후두는 6세와 10세 사이에 점차적으로 성장하는 반면에, 남자 아동의 후두는 6세와 8세 사이에 점진적으로 커지다가 그 이후에 좀 더 급격한 성장을 보인다(Whiteside & Hodgson, 2000). Linders 등(1995)은 7세와 15세 남자 아동과 여자 아동 총 92명을 대상으로 연령, 성별, 신장에 따른 기본 주파수의 차이가 있는지를 연구한 결과, 기본주파수와 신장은 부적 상관관계가 있다는 것을 밝혔다.

본 연구의 대상자들은 후두의 해부학적 구조 변화가 일어나기 시작하는 6세 이하 아동들이었다. 이들의 기본주파수가 유의미한 차이가 없었다는 결과는 4세, 5세, 6세 아동들의 후두성장률이 비슷한 수준에 있다는 것을 의미한다.

연령과 성별에 따른 기본주파수의 변화 시기를 알아본 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다. 성별에 따른 기본주파수의 차이를 연구한 Hasek 등(1980)에 따르면, 여자 아동의 기본주파수는 연령의 증가에 따라 체계적으로 하강하지 않지만 10세 이후에 성인에 가까워졌다고 한다. 반면에 남자 아동의 기본주파수는 5세부터 10세까지 하강하는 발달 경향을 보이고, 특히 7세 이후에 감소되었다. 이들은 남자 아동의 기본주파수가 여자 아동에 비하여 좀 더 이른 시점에 하강하는 현상을 성장의 영향

으로 볼 수도 있지만 남자 아동이 좀 더 남자답게 들릴 수 있게끔 자신의 걱정 피치보다도 더 낮게 발성하는 것이라고 보았다.

기본주파수가 8세에는 성별에 따른 차이가 없으나 남자 아동의 기본주파수가 12~13세에 변화가 시작되어 15세경에 그 변화가 완성되었다는 Lee 등(1999)의 연구가 있다. 반면에, 남녀 아동 모두에게서 기본주파수가 대략 11세까지 감소되는데 남자 아동의 경우 실질적인 기본주파수의 감소는 대략 8세경에 시작될 수 있다고 하였다(Kent, 1976). Yun과 Kwon(1998)의 연구에서도 5세와 10세 아동들의 기본주파수가 연령이 증가할 때 감소하는 현상을 보였지만 성별에 따른 차이는 없었다.

선행연구들에서 남자 아동의 실질적인 기본주파수 하강 시점을 대략 7~8세경이나 혹은 그 이후로 보고 있다. 반면에 여자 아동의 기본주파수는 남자 아동보다 더 늦은 시기에 하강하는 것으로 보고되었다. 6세 이하 아동들에게서 성별에 따른 기본주파수의 차이가 없었다는 본 연구 결과는 선행연구들과 일치한다.

반면에 본 연구 결과와 달리 4~6세 연령 아동에게서 성별에 따른 기본주파수의 차이가 있었다고 주장하는 연구들이 있다. Im(2014)에 의하면 남자 아동의 기본주파수는 235.46 Hz, 여자 아동의 기본주파수는 248.96 Hz로 성별에 따른 유의미한 차이가 있었다고 보고하였다. Kim(2008)에 의하면 성별에 따른 차이는 4세에는 없었으나 5~7세에는 있었다고 한다. 5~7세 아동의 기본주파수는 여자 아동(261.06 Hz)에게서 남자 아동(253.73 Hz)보다 유의미하게 높았다.

선행연구들에서 연구자마다 기본주파수에 대한 성별 차이를 보이는 시기가 다른 것은 해부학적 성장의 영향도 있지만 사회적, 문화적 요인 등도 고려해야 될 것으로 본다(Kent, 1976).

셋째, F1과 F2는 연령과 모음에 대한 주효과가 있었다. F1과 F2는 연령의 증가에 따라서 유의미하게 감소하였다. F1은 4세와 6세간에, 5세와 6세간에 유의미한 차이가 있었다. F2는 4와 6세간에만 유의미한 차이가 있었다. 그러나 F1과 F2는 성별에 따른 유의미한 차이가 없었다.

F1은 개구도, F2는 전후설과 관련 있다(Shin, 2010). F2는 구강 내에서 혀가 전·후 위치로 이동할 때 조음 동작

에 대한 믿을만한 정보를 제공해주는 지표가 된다(Sussman 등, 1992). 본 연구에서 연령의 증가에 따라서 F1이 감소하는 현상을 보였다. 이는 연령의 증가에 따라서 개구도가 감소하였다는 것을 의미한다. 또한 연령의 증가에 따라서 F2가 하강하였다. 특히 4세와 6세 아동간에 뚜렷한 차이를 보였다. 이러한 결과는 6세 아동의 혀 위치가 4세 아동에 비하여 후방화되어 있다는 것을 의미한다.

5세와 10세 한국인 아동들을 대상으로 포먼트 주파수(F1, F2)의 연령에 따른 변화를 연구한 Lee와 Inversion(2008)의 연구에서도 연령의 증가에 따른 포먼트 주파수의 하강 현상을 관찰할 수 있었다. Viegas 등(2015)은 4세~7세 11개월 아동들의 브라질, 포르투갈어 모음에서 F1, F2, F3가 연령의 증가에 따라서 감소되는 경향을 보였고, 4세와 5세 집단 간에 차이가 없었지만, 4세와 7세간에, 5세와 7세간에 뚜렷한 차이가 있었다고 한다.

대다수의 선행연구들과 본 연구에서 연령의 증가와 함께 포먼트 주파수(F1, F2)가 감소하는 현상을 보였다. 이는 말 운동 협응 능력과 발화 기제의 해부학적 성장이 음향학적 변수에 영향을 주었음을 의미한다(Kent & Read, 2002).

그러나 Rhee 등(2001)의 연구는 선행연구들과 상반된 결과를 보였다. 3~5세 아동의 F1과 F2-F1값이 연령의 증가와 함께 증가되었다. 이들은 이러한 결과를 연령의 증가와 함께 혀의 높이가 높아짐으로써 혀의 전·후 위치와 고·저 위치를 더욱 적절하게 자리잡아가는 것이라고 해석하였다.

발달 연구에서 연구자마다 상이한 결과를 보이는 데, 이는 음향학적 연구에서 개인 방언, 개인별 조음 유형, 신체 크기, 화자의 성별, 연령 등이 발달과 관련 있는 요소들이기 때문이다(Kent & Read, 2002).

본 연구에서 F1과 F2가 성별에 따른 유의미한 차이가 없었다. 3세~5세에 F1과 F2-F1 값이 성별에 따른 유의미한 차이는 없었다는 Rhee 등(2001)의 연구 결과와 일치한다. 또한 Ting 등(2012)의 연구에서도 7~12세에 포먼트 주파수의 성별 차이는 유의미하지 않았다.

그러나 본 연구 결과와 달리 성별에 따른 차이를 보고한 연구들이 있었다. Perry 등(2001)에 의하면 F1과 F2가

8세, 12세, 16세에는 여자 아동에 비하여 남자 아동에게서 더 낮았다고 보고하였다. 또한 Lee 등(1999)에 따르면 포먼트 주파수 패턴은 대략 11세 성별에 따른 차이가 시작되고 15세경에 완성되었다고 한다. 성별에 따른 뚜렷한 차이를 주장한 연구들은 대상자들의 연령이 8세 이상이었다. 한편으로 8세 이하에서 성별에 따른 차이를 보고한 Viegas 등(2015)도 있었다. 4세~7세 11개월 아동들에게서 성별에 따른 차이가 있는 경향을 보였고 여자 아동들에게서 남자 아동보다 더 높은 값을 보였다고 한다.

성별에 따른 포먼트 주파수의 변화 시기에 대해서는 논란이 많다. 성별에 따른 말소리 발달의 차이를 이해하기 위해서는 남·여 아동의 포먼트 주파수 패턴의 변화 양상을 지속적으로 연구할 필요성이 있다고 본다.

본 연구에서는 모음과 연령, 모음과 성별 간에 상호작용은 없었다. 그러나 모음별 포먼트 주파수가 연령, 성별에 따른 차이가 나타났다고 보고한 Bennett(1981), Kent와 Read(2002), Lee와 Inversion(2008), Whiteside와 Hodgson(2000)의 연구가 있었다.

Bennett(1981)는 7~8세에 성도 공명특성에서 성별 차이가 있었다고 보고하였다. 고모음 /i/보다 저모음 /æ/의 F1에서 성별에 따른 차이가 가장 크게 나타났다. Kent와 Read(2002)의 연구에서도 7세와 8세 아동들에게서 /æ/와 /a/의 F1과 /a/의 F2에서 성별에 따른 유의미한 차이가 발견되었다. 이들은 모음 포먼트 주파수의 차이가 성도의 길이뿐만 아니라 조음의 차이점이 있음을 반영하는 것이라고 보았다. 남자 아동에게서 저모음의 F1이 높은 이유를 남자 아동이 더 턱을 크게 개방하여 모음을 조음하는 것이라고 해석하였다.

Lee와 Inversion(2008)의 연구에서도 /a/의 F1과 F2, /e/와 /ɛ/의 F2에서 성별에 따른 유의미한 차이가 있었다. Whiteside와 Hodgson(2000)은 5~6세에는 저모음 /a/에서 성별 차이가 나타난다고 하였다.

선행연구들을 통하여 연령에 따른 포먼트 주파수의 차이를 보여주는 모음은 저모음이었으며, 성별에 따른 차이를 보여주는 모음은 전설 모음이라는 것이 대다수의 주장이었다. 그러나 본 연구에서는 특정 모음에 대한 연령이나 성별에 따른 차이를 보이지 않았다. 또한 4~6세에는 성별에 따른 개구도와 혀의 전·후 위치가 차이가 없다는 것을 확인하였다.

한편 모음에 대한 F1과 F2는 주효과가 있었다. 모음별 F1 값은 /a/ > /ʌ/ > /E/ > /o/ > /u/ > /u/ > /i/ 순으로 높았다. /a/ 모음이 가장 저설에 위치해 있었고, /i/ 모음이 가장 고설에 위치해 있었다. 모음별 F2 값은 /i/ > /E/ > /u/ > /a/ > /ʌ/ > /o/ > /u/ 순으로 높은 수치를 보였다. /i/ 모음이 가장 전설에 있었고, /u/ 모음이 가장 후설에 위치한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 모음별 고유의 위치를 설명해주는 자료로서 의미가 있다고 본다.

본 연구를 통하여 모음 강도가 연령의 증가에 따라서 감소현상을 보였다. 구강 및 호흡 운동체계 통합 능력 면에서 4세~6세에 뚜렷한 성숙의 차이가 있다는 것을 확인하였다. 4세, 5세, 6세에 연령과 성별에 따른 기본주파수는 유의미한 차이가 없었다. 이러한 결과는 4~6세 아동들의 후두 성장률은 연령에 따른 차이도 없고, 남녀 간에 차이도 없다는 것을 의미한다. 그러나 단모음의 포먼트 주파수 F1, F2가 연령의 증가에 따라서 하강하였다. 이러한 현상은 연령이 증가할수록 개구도가 감소하고, 혀의 위치는 후방화된다는 것을 시사한다.

본 연구의 제한점은 의미 낱말만을 검사함으로써 언어학적 맥락이 제한되어 있었다는 점이다. 다양한 언어학적 맥락에서 모음의 조음 특성을 살펴보았다면 정상 아동의 단모음 발달 패턴을 더욱 명확하게 밝힐 수 있었으리라고 본다. 또한 본 연구에서는 1년 단위로 발달 차이를 살펴보았는데 6개월 단위로 월령별 차이를 알아본다면 더욱 정교한 자료를 얻을 수 있었으리라고 본다. 후속 연구로 7세 이상, 사춘기 시기, 성인 시기로 확대하여 한국어 단모음의 조음 특성을 알아본다면, 말소리 장애 아동의 언어진단 및 치료에 유용하게 사용될 수 있는 기초 자료가 될 것으로 본다.

V. 결론

본 연구는 정상 아동의 모음 발달을 규명하고자 Multi-Speech 3700 프로그램을 이용하여 객관적인 자료를 수집하고 음향학적 방법으로 분석하였다. 4세, 5세, 6세 연령에서 개구도의 차이, 혀의 전·후 위치, 구강 및 호흡운동조절 능력 면에서 유의미한 차이를 보였다. 단모음

음을 발음할 때 연령이 증가할수록 개구도가 감소하였고, 혀의 위치는 후방화 되었다. 또한 구강 및 호흡운동 체계 간 신경 통합을 반영하는 지표인 강도는 4세, 5세, 6세에 유의미하게 감소하였다. F1은 4~6세에 연령의 증가에 따라서 유의미하게 감소하였고 연령과 성별 간에 상호작용이 있었다. 여자 아동의 F1이 4세, 5세에는 남자 아동보다 높았으나 6세에는 낮게 나타났다. F2도 연령의 증가에 따라서 유의미하게 감소하였고, 4세와 6세 간에 유의미한 차이를 보였다. 한편으로 4~6세 아동들의 기본주파수는 연령에 따른 유의미한 차이가 없었다.

본 연구의 결과는 말소리 장애를 평가하고 언어치료 프로그램을 개발하는 데 유용한 기초 자료로서 활용될 수 있으리라고 본다.

참고문헌

- Ahn ML, Kim UM, Kim TK(2004). The acquisition process of vowel system in Korean. *Korean Journal of Cognitive Science*, 15(1), 1-11.
- Baker KK, Ramig LO, Sapir S, et al(2001). Control of vocal loudness in young and old adults. *J Speech Lang Hear Res*, 44(2), 297-305.
- Bennett S(1981). Vowel formant frequency characteristics of preadolescent males and females. *J Acoust Soc Am*, 69(1), 231-238.
- Choi EA, Park HS, Seong CJ(2010). The phonatory characteristics of voice in profoundly hearing-impaired children: with reference to Fo, intensity, and their perturbations. *Phonetics and Speech Sciences*, 2(1), 135-145.
- Green JR, Moore CA, Higashikawa M, et al(2000). The physiologic development of speech motor control: lip and jaw coordination. *J Speech Lang Hear Res*, 43(1), 239-255.
- Hasek CS, Singh S, Murry T(1980). Acoustic attributes of preadolescent voices. *J Acoust Soc Am*, 68(5), 1262-1265.
- Im KS(2014). Voice acoustic characteristics of preschool children. Graduate school of Catholic University of Daegu, Republic of Korea, Master's thesis.
- Kent RD(1976). Anatomical and neuromuscular maturation of the speech mechanism: evidence from acoustic studies. *J Speech Hear Res*, 19(3), 421-447.
- Kent RD, Read C(2002). *The acoustic analysis of speech*. 2nd ed, New York, Thomson Learning, pp.195-207.
- Kim CC, Choi JH(1994). A study of acoustic phonetics of Korean vowel sounds in the primary dentition. *Journal of the Korean Academy of Pediatric Dentistry*, 21(1), 143-152.
- Kim HG(2009). Experimental phonetic study of Yanjin Sino-Korean dialect. *Phonetics and Speech Sciences*, 1(1), 47-52.
- Kim SH(2008). Fundamental frequencies of Korean according to age and gender. Graduate school of Hallym University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Kim YT, Seong TJ, Lee YK(2003). *Preschool receptive-expressive language scale(PRES)*. 1st ed, Seoul, Seoul Community Rehabilitation Center.
- Lee S, Potamianos A, Narayanan S(1999). Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. *J Acoust Soc Am*, 105(3), 1455-1468.
- Lee S, Iversion GK(2008). The development of monophthongal vowels in Korean: age and sex differences. *Clin Linguist Phon*, 22(7), 523-536.
- Lee SE(2010). Auditory-perceptual evaluation of the speech of hearing-impaired adults: based on suprasegmental factors, speech intelligibility, and speech acceptability. Graduate school of Yonsei University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Linders B, Messa GG, Boersma B, et al(1995). Fundamental voice frequency and jitter in girls and boys measured with electroglottography: influence of age and height. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 33(1), 61-65.
- McClellan MD, Tasko SM(2002). Association of orofacial with laryngeal and respiratory motor output during

- speech. *Exp Brain Res*, 146(4), 481-489.
- Oum JH(1994). Normal speech development II. In: Korean society of language pathology, eds, treatment of articulation disorders in children. Seoul, Kunja Publishing Inc, pp.54-66.
- Perry TL, Ohde RN, Ashmead DH(2001). The acoustic bases for gender identification from children's voice. *J Acoust Soc Am*, 109(6), 2988-2998.
- Reubold U, Harrington J, Kleber F(2010). Vocal aging effects on Fo and the first formant: A longitudinal analysis in adult speakers. *Speech Communication*, 52(7-8), 638-651.
- Rhee KS, Lee PS, Ok JD(2001). The study about formant of korean vowels for children between 3 to 5 years old. *Communication Disorders (Korean)*, 24(1), 139-148.
- Robb MP, Saxman JH, Grant AA(1989). Vocal fundamental frequency characteristics during the first two years of life. *J Acoust Soc Am*, 85(4), 1708-1717.
- Shin JY(2000). Understanding speech sounds. 1st ed, Seoul, Hankookmunhwasa, pp.95-105.
- Song IM, Seong CJ(2018). Characteristics of 2 to 4 year old korean children's production of monophthongs. *Phonetics and Speech Sciences*, 10(1), 65-74.
- Sussman HM, Hoemeke KA, McCaffrey HA(1992). Locus equations as an index of coarticulation for place of articulation distinctions in children. *J Speech Hear Res*, 35(4), 769-781.
- Ting HN, Zourmand A, Chia SY, et al(2012). Formant frequencies of malay vowels produced by malay children aged between 7 and 12 years. *J Voice*, 26(5), Printed Online, Doi: 10.1016/j.jvoice.2011.08.008.
- Vorperian HK, Kent RD, Lindstrom MJ, et al(2005). Development of vocal tract length during early childhood: a magnetic resonance imaging study. *J Acoust Soc Am*, 117(1), 338-350.
- Viegas F, Viegas D, Baeck HE(2015). Frequency measurement of vowel formants produced by brazilian children aged between 4 and 8 years. *J Voice*, 29(3), 292-298.
- Whiteside SP, Hodgson C(2000). Some acoustic characteristics in the voices of 6-to 10-year-old children and adults: a comparative sex and developmental perspective. *Logoped Phoniatr Vocol*, 25(3), 122-132.
- Yun SY, Kwon DH(1998). Acoustic characteristics of normal children's voice between the age of 5 and 11 years old. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 7(1), 67-78.