

학령전기 경직형 하지마비 아동이 산출한 모음의 음향음성학적 특징

박지은* · 박은숙** · 김향희***

(*연세대학교 대학원 언어병리학 협동과정, **연세대학교 의과대학 재활의학교실,
***연세대학교 대학원 언어병리학 협동과정, 의과대학 재활의학교실)

박지은 · 박은숙 · 김향희. 학령전기 경직형 하지마비 아동이 산출한 모음의 음향음성학적 특징. 『언어척각장애연구』, 2004, 제9권, 제2호, 116-128. 본 연구의 목적은 학령전기 경직형 하지마비 아동이 모음발성 시 어떤 음향음성학적 특징을 보이고 있는지에 대해 알아보는 데 있다. 이를 위해 만2세에서 6세 사이의 경직형 하지마비 아동군 15명과 정상 아동군 9명의 모음연장발성 수행 자료를 수집하여 분석하였다. 분석 결과, 최대연장발성지속시간, 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율에서 두 집단 간에 유의한 차이를 보여 뇌성마비 아동군이 호흡능력이 저하되어 있으며, 성대조절능력이 부족하여 발성 기능 또한 저하된 것이 관찰되었다. 최대연장발성지속시간의 경우 정상 아동은 연령이 증가할수록 최대연장발성지속시간이 증가하는 경향을 보였으나 뇌성마비 아동은 연령에 따른 상관을 보이지 않았다. 기본주파수와 모음의 제1포먼트, 제2포먼트에서는 뇌성마비 아동군과 정상 아동군 간에 유의한 차이가 없었다. 이는 상대적으로 상지 운동 능력이 양호한 경직형 하지마비 아동은 호흡 · 발성 능력은 정상 아동에 비해 저하되어 있는 반면 모음의 조음은 정상 아동과 비슷한 양상을 나타내는 것임을 시사한다.

핵심어: 학령전기 경직형 하지마비, 최대연장발성지속시간, 기본주파수, 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율, 모음 포먼트

I. 서 론

뇌성마비는 미성숙한 뇌의 비진행성 병변으로 인한 운동 및 자세의 이상을 말하며(Lord, 1984), 대근육 운동 뿐만 아니라 주요 말 산출 기관의 조절에도 영향을 미친다(O'Dwyer, Nelson & Guitar, 1983). 뇌성마비 아동은 말 산출을 위한 운동과 말 산출과 관련이 없는 운동 모두에서 호흡, 발성, 공명 및 조음에 사용되는 근육을 움직이는 것이 어렵기 때문에 움직임의 범위, 강도, 속도 등이 저하되고, 불협응이 나타난다. 이로 인해 나타나는 뇌성마비 아동들의 말장애는 마비말장애(마비성 구어장애: dysarthria)로 분류되며, 일반적으로 호흡과 발성의 손상, 자음 및 모음의 왜곡, 과비성, 말속도 조절의 문제와 같은 말 특징들을 보인다(Caruso & Strand, 1999).

말을 하기 위해서는 발화 동안 충분한 호기가 필요하고, 발화가 끝난 후에는 호기를 멈출 수 있어야 한다. 호흡은 자동적으로 수행되는 신체기능이지만, 말을 산출하기 위해서 호흡을 조절하는 것은

영아기부터 습득해 나가는 복잡한 기능이다. 그러나 뇌성마비와 같은 신경운동장애 아동은 호흡을 조절하기 위해 필요한 근육조절이 힘들며 적절한 공기의 공급에도 문제가 있다(Redstone, 1991). 뇌성마비 아동의 비정상적인 근긴장도(muscle tone)와 불협응(motor incoordination)은 특히 발생하는 동안 호흡근의 활동 패턴에 영향을 미친다(Campbell, 1974). 이런 호흡의 문제는 발성과 초기 말소리 발달기의 음성의 질(quality), 길이(duration), 크기(loudness), 높낮이(pitch) 등에 영향을 준다(엄정희, 2003). 또한 신경-근의 손상으로 인해 음절 당 호기량이 정상인보다 3 - 4배 정도 증가되어, 음절길이가 짧아지고 다음절 발화가 줄어드는 현상이 나타나기도 한다(Levin, 1999). 최대연장발성지속시간(Maximum Phonation Time)의 측정은 마비말장애 환자의 호흡 및 발성체계의 이상을 평가하기 위해 자주 사용되어 왔으며, 마비말장애의 말에 대한 유용한 정보를 제공해 준다. Robbins & Klee(1987)는 마비말장애 아동을 평가할 때 성인의 수행 자료를 기준으로 삼는 것은 아동의 능력을 정확히 평가하지 못할 가능성이 있다고 주장하며, 정상 아동의 수행 자료를 비교기준으로 사용할 필요가 있다고 제안하였다. 평가 기준을 마련하기 위한 연구에서 2세 6개월부터 6세 11개월 사이의 정상 아동을 대상으로 최대발성시간을 살펴본 결과 연령이 증가할수록 최대발성시간이 증가한다고 보고하였다. Finnegan(1984)은 3세에서 11세 사이의 정상 아동들이 연령에 따라 최대발성시간이 증가했으며, 남자 아동이 여자 아동보다 발성지속시간이 더 길게 나타났다고 보고하였다. Wit et al.(1993)은 6세 4개월에서 11세 10개월 사이의 경직형 뇌성마비 아동이 동 생활연령대의 정상 아동보다 최대발성지속시간이 유의하게 짧았으며, 두 집단 모두 연령과 최대발성지속시간 간에 정적인 상관관계를 보인다고 하였다. 이와 같이 뇌성마비의 최대연장발성지속시간에 대한 연구가 몇몇으로 제한되어 있으며, 또한 실제로 말발달이 원활히 일어나는 학령전기 아동을 대상으로 한 연구는 정상 아동을 대상으로 한 연구에 그쳐 학령전기 뇌성마비 아동의 호흡과 발성 특징을 살펴보는 데 많은 제약이 있었다.

후두근(laryngeal muscles)의 기능장애(dysfunction)는 뇌성마비 아동에서 광범위하게 보고되고 있다. Love(2000)는 경직형 하지마비 아동이 성대진동개시시간(VOT: Voice Onset Time)이 증가되어 있으며, 목선 소리(harsh voice)를 나타내고, 음절이 짧다고 보고하였다. 이러한 현상은 성문(glottis)의 불충분한 조절능력(poor valving)으로 인한 후두수준에서의 공기 소모와 불충분한 호흡기능으로 인한 결과라고 설명하였다. Hardy(1983)는 경직형 하지마비 아동의 일부 하위 집단에서는 어깨 수준 이상에서는 마비를 보이지 않으며 조음기관의 운동성도 제한되지 않아서, 정상적인 말산출 능력을 가진다고 하였다. 그러나 일부의 다른 집단에서는 조음기관의 기능이 제한되지 않고, 정상적인 조음능력을 보였지만, 운율의 문제(dysprosody)가 출현하는 경우도 있다고 하였다. 이는 내재후두근(intrinsic laryngeal muscles)의 기능이 제한되어 말행동(speaking behavior)에 영향을 미치기 때문일 수 있다고 하였다. 경직형 하지마비 아동은 조음기관의 운동성은 상대적으로 덜 손상되었을 수 있으나 호흡 및 발성 기능으로 인한 말산출 문제는 상대적으로 심할 수 있다. 마비말장애 환자의 말운동 조절(speech motor control) 측면 중 발성(phonation)이나 음질(voice quality)에 대한 음향음성학적 평가를 위해 추천되는 척도로는 기본주파수의 평균, 최빈수, 범위, 표준편차, interquartile range 등의 기본주파수와 관련된 통계치들이 있으며, 개별 발화에 대한 기본주파수 곡선(F0 contour), 주파수변동률(Jitter Percent)과 진폭

변동률(Shimmer Percent)과 같은 변동평가(perturbation measure), 소음 대 배음 비율(Noise to Harmonic Ratio) 등이 있다. 전연숙·신효근·김현기(2003)는 경도의 경직형 좌측 상지 편마비를 보이는 3세 4개월의 뇌성마비 여아를 대상으로 기본주파수와 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율을 분석한 결과 초기 발성(vocalization)과 언어치료 시행 후 발성 간에 각 측정치에서 변화가 있음을 보고하였다. 이선아(2003)는 6세에서 11세의 경직형 뇌성마비 아동과 무정위운동형 뇌성마비 아동을 대상으로 기본주파수, 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율을 분석한 결과, 기본주파수에서는 통계적 차이는 없었으나 뇌성마비 아동이 정상 아동보다 높았으며, 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율은 모든 모음에서 뇌성마비 아동이 정상 아동보다 유의하게 높다고 보고하였다. 이처럼 뇌성마비 아동의 발성에 대한 몇몇의 음향음성학적 연구가 진행되었다. 그러나 최대연장발성지속시간 연구와 마찬가지로 학령전기 뇌성마비 아동을 정상 아동과 비교하여 분석한 연구는 수적으로 제한되어 있으며, 특정 뇌성마비 하위 유형을 대상으로 한 연구 결과는 찾아보기 힘들다.

자음 및 모음의 왜곡은 뇌성마비로 인한 마비말장애의 말특징의 한 가지로 알려져 왔다. Duffy(1995)에 의하면 경직형 마비말장애의 경우 혀나 입술, 하악의 불협응으로 인해 모음의 왜곡이 심하게 나타나는 경우도 있다고 한다. 뇌성마비 환자의 모음 조음능력에 대한 지각적 연구에 의하면, 뇌성마비 아동의 모음산출 능력은 정상 아동보다 느리게 발달하며(Irwin, 1955), 조음기관의 운동을 적절히 조절하기 어렵기 때문에 정확한 자음과 모음의 산출이 어려워서 말명료도가 낮아진다고 보고하였다(Platt et al., 1980). 마비말장애의 평가와 연구에서 귀를 이용한 지각적 판단이 일반적으로 사용되고 있지만 여러 연구자에 의해 계속 객관성과 신뢰성에 대한 문제가 지적되어 왔다. 이의 보완을 위해 음향음성학적 평가의 필요성이 제기되고 있다. 뇌성마비의 모음 산출과 관련된 음향음성학적 연구에서는 모음의 제1포먼트, 제2포먼트, 제3포먼트의 값, 제1포먼트와 기본주파수의 차이 값, 제2포먼트와 제1포먼트의 차이 값, 제1포먼트와 제2포먼트를 이용한 모음삼각도의 넓이, 기본주파수의 변동(formant frequency fluctuation)을 측정하여 모음 조음을 위한 성도(vocal tract)의 기능을 평가하고 있다(Kent et al., 1999). 심현섭·박지은(1998)의 연구에서는 7세에서 13세 사이의 경직형과 불수의 운동형 뇌성마비 아동의 모음을 분석한 결과, 뇌성마비집단에서 모음(/아/, /이/, /우/, /애/)의 제1포먼트 평균이 정상 집단에 비해 낮다고 보고하였으며, 이옥분·박상희·정옥란(2002)은 14세의 경직형 운동구어장애자들의 모음(/아/, /에/, /이/, /오/, /우/)을 분석한 결과 경직형 운동구어장애자의 모음의 제1포먼트와 제2포먼트가 정상인보다 높게 나타났다고 하였다. 반면, 7세에서 13세 사이의 경직형 뇌성마비 아동의 모음(/아/, /에/, /이/, /오/, /우/)을 분석한 권오구(2002)에 의하면, 모든 모음에서 경직형 뇌성마비 집단과 정상 아동 집단 간에 제1포먼트, 제2포먼트, 제3포먼트의 차이가 없다고 보고하였다. 이와 같이 모음의 포먼트에 관련된 연구에서는 집단 간 차이에 대한 여러 가지 다른 견해가 제기되고 있다. 이러한 결과에는 각 연구자들마다 연구 대상과 실험 자극에 따른 차이가 영향을 미쳤을 수 있다. 현재까지 최대연장 발성지속시간이나 발성의 안정성과 관련된 연구에 비해 모음 포먼트와 관련된 연구가 보다 많이 진행되어 있다. 그러나 지각적 평가시 상대적으로 양호한 조음 오류를 보이는 경직형 하지마비 아동의 조음능력과 관련된 음향음성학적 특징과 같이 보다 세분화된 영역에서의 연구는 아직 미진한 실정이다.

우리나라에서는 몇 해 전부터 뇌성마비의 말과 음성 특징을 음향음성학적으로 분석한 연구논문들이 발표되기 시작하였다. 그러나 이 논문들은 대부분 학령기 어린이나 성인 뇌성마비 환자를 대상으로 한 연구들이어서, 임상에서 뇌성마비로 진단 받고 언어평가 및 치료를 위해 내원하는 학령전기 뇌성마비 아동의 말특징을 설명해주지는 못하는 실정이다. 또한 대부분의 연구에서 연구 대상인 뇌성마비의 유형을 경직형과 불수의운동형으로 나누어 연구하여, 말과 언어발달에 있어 많은 차이를 보이는 경직형 사지마비 아동과 경직형 하지마비 아동 간의 차이에 대한 정보가 매우 제한되어 있다. 이에, 본 연구에서는 학령전기의 경직형 하지마비 아동과 정상 아동을 대상으로, 최대연장발성지속시간의 측정을 통하여 호흡능력과 발성능력의 특징을 살펴보고, 최대연장발성지속시간과 연령과의 상관관계에 대해 알아보고자 한다. 또한, 기본주파수(average fundamental frequency), 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율 등의 음향음성학적 측정치를 이용한 평가를 통해 경직형 하지마비 아동들이 후두수준(laryngeal level)에서 발성(phonation)이나 음질(voice quality) 측면에 제한된 능력을 나타내는지를 측정해 보고자 한다. 마지막으로, 모음의 포먼트(제1포먼트와 제2포먼트)를 분석하여 모음 조음 시에 나타나는 특징을 비교하여 보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 단어 표현 혹은 문장 표현이 가능한 경직형 하지마비 아동군 15명과 정상 아동군 9명을 포함한 총 24명을 대상으로 하였다. 뇌성마비 아동들의 경우는 재활의학과 전문의에 의해 경직형 하지마비로 판정받은 아동을 대상으로 하였으며, 뇌성마비 아동군의 평균연령은 4세 5개월(연령범주: 2세 3개월 - 6세 5개월)이고, 남자 아동이 6명, 여자 아동이 9명이었다. 정상 아동군은 어린이집 교사에 의해 정상 아동이라고 보고 된 아동 9명을 대상으로 하였으며, 대조군의 평균연령은 4세 5개월(연령범주: 2세 2개월 - 6세 1개월)이고, 남자 아동이 7명, 여자 아동이 2명이었다.

2. 실험방법

가. 검사어

모음 ‘아’를 3번 연장발성하게 하여 분석한다.

나. 자료수집

검사자는 아동이 따라할 수 있도록 모음 연장 발성을 보여 준 후 아동에게 최대한 길게 발성하도록 지시한 후 3회에 걸쳐 반복 측정하였다.

혼자 착석이 가능한 4세 이상의 뇌성마비 아동들은 컴퓨터에 연결된 마이크를 이용하여, Multi-speech로 직접 녹음하였다. 녹음 시 표본추출률은 44,100 Hz로 하였다. 혼자 착석할 수 없었던 2세 및 3세의 뇌성마비 아동은 언어치료실에서 보호자의 무릎에 앉혀서, 디지털 녹음기(Sony Recording MD Walkman Mz-R909)와 마이크(Sony ECM-MS908C)를 이용하여 음성을 수집하였다. 이때 가능한 아동이 상체를 움직이지 않도록 주의를 주었으며 마이크와 입 사이는 5 cm의 간격을 유지하도록 하였다.

정상 아동은 가장 소음이 적은 어린이집 회의실에서 같은 녹음 기자재를 이용하여 음성을 수집하였다.

수집된 음성샘플은 sound blaster2를 입력단자로 이용하여 Multi-Speech model 3700을 통해 음성파일로 저장하였다. 이때 sampling rate는 44,100 Hz로 하였다.

한 아동 당 3개의 모음 파일을 만들었으며, 24명의 아동에게서 총 72개의 음성파일이 만들어졌다. 한 아동 당 만들어진 3개의 음성 파일 중 최대발성지속시간이 최대인 음성 파일을 선택하여 분석하여 총 72개의 음성 파일 중 24개가 최대발성지속시간을 제외한 다른 분석에 사용되었다.

다. 측정치

Multi-Speech model 3700을 이용하여 최대연장발성지속시간을 측정하였고, Multi-Dimensional Voice ProgramTM(MDVP) model 5105(Kay Elemetrics Co.)를 이용하여 기본주파수, 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율을 측정하였다. 제1포먼트와 제2포먼트는 PraatTM를 이용하여 측정하였다.

3. 통계분석

SPSS 통계 프로그램(Version 12.0)을 이용하여 자료를 분석하였다. 뇌성마비 아동군과 정상 아동군의 발성에서 나타난 최대연장발성지속시간, 기본주파수, 주파수변동률, 진폭 변동률, 소음 대 배음 비율, 제1포먼트, 제2포먼트의 평균값과 표준편차를 구하고, 집단간에 유의한 차이가 있는지 살펴보기 위하여 독립표본(independent sample) *t*-검정을 실시하였다. 또한 집단에 따라 연령과 최대연장발성지속시간의 상관을 보기 위하여 상관분석을 실시하였다.

III. 결 과

1. 최대연장발성지속시간 비교

가. 집단간 최대연장발성지속시간 비교

뇌성마비 아동과 정상 아동의 최대연장발성지속시간을 비교한 결과(<표 - 1> 참조), 뇌성마비 아동($M = 2.35$, $SD = 2.66$)이 정상 아동($M = 7.94$, $SD = 6.19$)보다 짧은 것으로 나타났다($t(22) = -2.570$, $p < .05$).

<표 - 1> 뇌성마비 아동군과 정상 아동군의 최대발성시간의 평균치(M)와 표준편차(SD)와 t -검정 결과

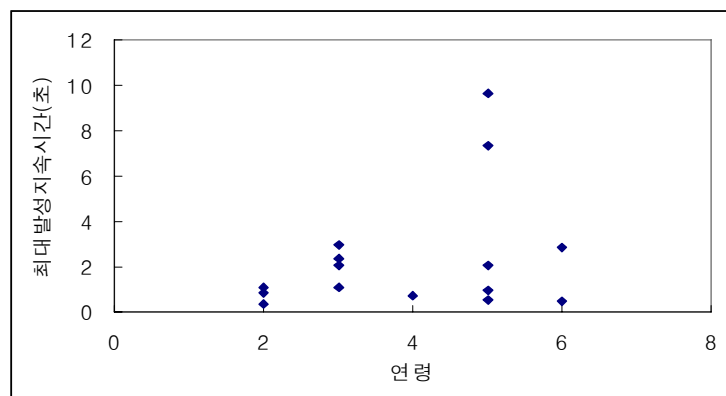
(단위: 초)				
집단	N	M	SD	t
뇌성마비 아동	15	2.35	2.66	-2.570*
정상 아동	9	7.94	6.19	

* $p < .05$

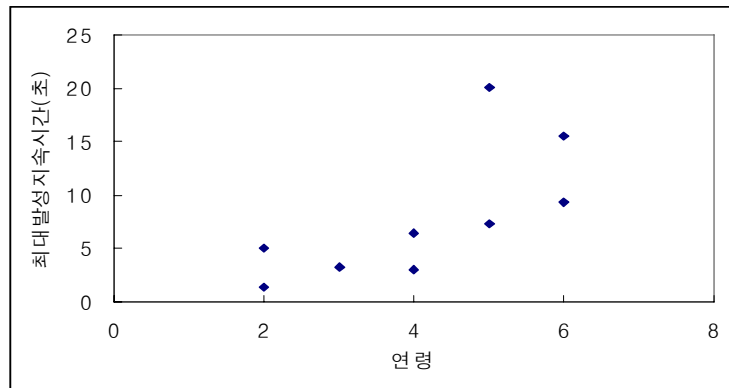
N = 각 아동군 대상자 수

나. 집단별 연령과 최대연장발성지속시간의 관계

뇌성마비 아동과 정상 아동의 연령과 최대연장발성지속시간의 관계를 보기 위하여 상관분석을 실시하였다(<그림 - 1>, <그림 - 2> 참조). 뇌성마비 아동은 연령과 최대연장발성지속시간 간에 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 정상 아동은 연령과 최대연장발성지속시간 간에 유의한 상관관계를 보여 연령이 증가할수록 최대연장발성지속시간이 증가하였다($r = .698$, $p < .05$).



<그림 - 1> 뇌성마비 아동군의 연령과 최대발성시간 간의 산포도



<그림 - 2> 정상 아동군의 연령과 최대발성시간 간의 산포도

2. 발성(Phonation)의 특징

가. 집단별 기본주파수 비교

뇌성마비 아동과 정상 아동의 기본주파수를 비교한 결과, 뇌성마비 아동 집단($M = 317.19$, $SD = 74.26$)과 정상 아동 집단($M = 308.88$, $SD = 35.77$) 간에 차이가 없었다($t(22) = .313$, $p = .757$).

나. 집단별 주파수변동률 비교

뇌성마비 아동과 정상 아동의 주파수변동률 비교한 결과(<표 - 2> 참조), 뇌성마비 아동($M = 2.24$, $SD = 1.91$)이 정상 아동($M = 0.83$, $SD = 0.42$)보다 높은 것으로 나타났다($t(22) = 2.750$, $p < .05$).

<표 - 2> 뇌성마비 아동군과 정상 아동군의 주파수변동률의 평균치(M)와 표준편차(SD)와 t -검정 결과

(단위: %)				
집단	N	M	SD	t
뇌성마비 아동	15	2.24	1.91	2.750*
정상 아동	9	0.83	0.42	

* $p < .05$

N = 각 아동군 대상자 수

다. 집단별 진폭변동률 비교

뇌성마비 아동과 정상 아동의 진폭변동률을 비교한 결과(<표 - 3> 참조), 뇌성마비 아동($M =$

5.60, SD = 3.21)이 정상 아동(M = 3.16, SD = 1.34)보다 높은 것으로 나타났다($t(22) = 2.142, p < .05$).

<표 - 3> 뇌성마비 아동과 정상 아동의 진폭변동률의 평균치(M)와 표준편차(SD)와 t -검정 결과
(단위: %)

집단	N	M	SD	t
뇌성마비 아동	15	5.60	3.21	2.142*
정상 아동	9	3.16	1.34	

* $p < .05$

N = 각 아동군 대상자 수

라. 집단별 소음 대 배음 비율 비교

뇌성마비 아동과 정상 아동의 소음 대 배음 비율을 비교한 결과(<표 - 4> 참조), 뇌성마비 아동(M = 0.21, SD = 0.12)이 정상 아동(M = 0.14, SD = 0.04)보다 높은 것으로 나타났다($t(22) = 2.317, p < .05$).

<표 - 4> 뇌성마비 아동과 정상 아동의 소음 대 배음 비율의 평균치(M)와 표준편차(SD)와 t -검정 결과

집단	N	M	SD	t
뇌성마비 아동	15	0.21	0.12	2.317*
정상 아동	9	0.14	0.04	

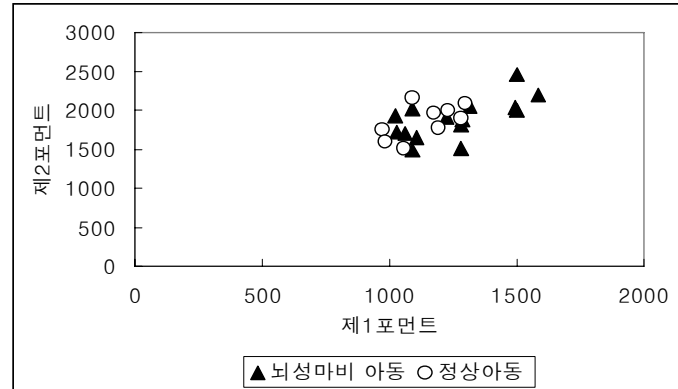
* $p < .05$

N = 각 아동군 대상자 수

3. 모음의 제1포먼트, 제2포먼트

뇌성마비 아동과 정상 아동의 모음의 제1포먼트를 비교한 결과, 뇌성마비 아동 집단(M = 1257.50, SD = 190.88)과 정상 아동 집단(M = 1141.73, SD = 121.44) 간에 차이가 없었다($t(22) = 1.625, p = .118$).

뇌성마비 아동과 정상 아동의 모음의 제2포먼트를 비교한 결과, 뇌성마비 아동 집단(M = 1890.57, SD = 255.40)과 정상 아동 집단(M = 1858.81, SD = 217.30) 간에 차이가 없었다($t(22) = .311, p = .759$) (<그림 - 3> 참조).



<그림 - 3> 집단별 모음 포먼트의 분포

IV. 논 의

본 연구에서 밝혀진 자료 분석 결과를 토대로, 학령전기 경직형 하지마비를 보이는 뇌성마비 아동들의 호흡 및 발성의 음향음성학적 특성에 대해 다음과 같이 논의 할 수 있다.

첫째, 뇌성마비 아동과 정상 아동의 최대연장발성지속시간을 비교한 결과, 뇌성마비 아동이 정상 아동보다 최대연장발성지속시간이 더 짧았으며, 정상 아동은 연령이 증가함에 따라 최대연장발성지속시간이 길어졌지만 뇌성마비 아동에서는 연령과 최대연장발성지속시간의 상관관계가 나타나지 않았다. Wit et al.(1993)는 6세 4개월에서 11세 10개월 사이의 아동을 대상으로 연구한 결과 뇌성마비 아동의 최대발성지속시간이 평균 5.40초로 정상 아동보다 짧다고 보고했다. 본 연구에서는 뇌성마비 아동의 최대연장발성지속시간이 평균 2.35초로 정상 아동보다 짧아 선행연구와 일치하는 결과를 보였다. 한편, 선행연구에서는 뇌성마비 아동과 정상 아동 모두에서 연령과 최대연장발성지속시간 간의 정적인 상관을 보고하였으나 본 연구에서는 뇌성마비 아동의 경우 어떠한 상관관계도 나타나지 않았다. 정상 아동은 연령에 따라 최대발성시간이 증가했으며, 이에 비해 뇌성마비 아동은 전 연령 대에 걸쳐 비슷한 최대연장발성지속시간을 나타냈다. 만2세 경까지 이루어지는 근골격의 성장과 신경계의 성숙은 말 발달에 필요한 운동, 감각, 청각 체계의 통합에 필수적인 요소이며(Robbins & Klee, 1987), 이 시기 이후에는 말을 산출하기 위한 운동의 여러 가지 요소를 점차 정교화시켜 나간다고 한다(Kent, 1976). 반면 뇌성마비 아동은 뇌손상으로 인해 나타나는 비정상적인 운동 패턴, 자세 등이 말 발달에 필요한 정상적인 움직임의 발달을 저해할 수 있으며, 이로 인해 연령에 따라 큰 차이가 없는 최대연장발성지속시간을 보일 수 있을 것이다. 뇌성마비 아동과 정상 아동의 최대연장발성지속시간의 표준편차를 살펴본 결과, 정상 아동의 표준편차가 뇌성마비 아동보다 큰 것으로 나타났다. 그 이유로서 실험에 참가한 정상 아동

9명은 3세 아동 1명과 2세, 4세, 5세, 6세 아동 각 2명으로 각 연령대에 해당하는 아동 수가 제한된 것이 영향을 미칠 수 있다. 정상인에서 말하는 동안의 호흡에 대해 연구한 Hoit & Hixon(1987)에 의하면 ‘speech breathing’이라는 용어를 사용하여 일반적으로 정상성인에서는 말하는 동안 일정한 호기를 유지하고 흡기는 대부분 문장의 구조적 경계 위치에서 일어난다고 하였다. 또한 한 번의 speech breath group은 하나의 의미 단위를 반영한다고 하였다. 이청기·김은경(1999)에 의하면 불수의운동형 뇌성마비 아동의 경우 최대발성지속시간이 짧았으며, 특히 말을 시작하면서 호흡 주기와 강도가 더욱 불규칙해지고, 말을 하기 위해 수행된 한 번의 호흡군(speech breath group)이 한 의미단위를 만들 수 있을 만큼 충분한 호기를 유지하지 못하고, 한 번의 호기에 포함되는 평균 음절수가 적었다고 보고하고 있다. 이와 같이 정상 아동에 비해 짧은 뇌성마비 아동의 발성지속시간은 보다 짧은 어절의 발화, 문장 발화 시 운율상의 문제, 발화의 끝부분까지 공기를 다 쓰면서 말을 함으로써 나타나는 음질의 문제 등을 유발하는 원인이 될 수 있다.

둘째, 뇌성마비 아동과 정상 아동의 기본주파수를 분석한 결과 통계적 차이는 없었다. 그러나 뇌성마비 아동의 기본주파수가 정상 아동보다 높았으며, 이는 권오구(2002), 이선아(2003)의 결과와 일치하였다. 뇌성마비 아동과 정상 아동의 기본주파수의 표준편차를 살펴본 결과, 뇌성마비 아동의 표준편차가 정상 아동보다 큰 것으로 나타나 뇌성마비 집단의 개인 간 차이가 보다 심한 것을 알 수 있었다. 기본주파수의 평균을 비교하는 것 외에 기본주파수의 표준편차를 비교함으로써 음성의 안정성(Phonatory instability)을 측정할 수 있으므로(Kent et al., 1999) 특정 대상군의 개인 내 차에 대한 후속 연구의 지속적인 진행이 필요하다.

셋째, 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율은 뇌성마비 아동과 정상 아동 간에 유의한 차이가 있었다. 이는 이선아(2003)의 연구 결과와 일치한다. 주파수변동률은 음성파형의 피치주기 간에 음도 변이의 규칙성·불규칙성을 상대적으로 평가하는 변인이며, MDVP 매뉴얼에서 제시하는 정상역치는 1.04 %이다. 진폭변동률은 음성파형의 피치주기 간에 강도 변이의 규칙성·불규칙성을 상대적으로 평가하는 변인이며, MDVP 매뉴얼에서 제시하는 정상역치는 3.81 %이다. 소음 대 배음 비율은 70 - 4,500 Hz 사이에 존재하는 배음과 1,500 - 4,500 Hz 사이에 존재하는 비정상 배음 간 비율의 평균치를 보여주는 변인이며, MDVP 매뉴얼에서 제시하는 정상역치는 0.19이다(표화영·최홍식, 2001). 본 연구에서는 뇌성마비 아동의 주파수변동률, 진폭변동률, 소음 대 배음 비율의 평균이 각각 2.24 %, 5.60 %, 0.21 %로 나타나 MDVP 매뉴얼에서 제시하는 기준치 이상의 값을 보였다. 이는 뇌성마비 아동이 성대의 조절 능력이 부족하고, 음성이 불안정한 특징을 보이는 것으로 정상 아동 집단과 차이가 날 뿐만 아니라, 정상범주에서 벗어나 병리적인 현상을 보이는 음성장애를 동반하는 점을 시사한다.

넷째, 모음의 제1포먼트와 제2포먼트는 뇌성마비 아동과 정상 아동 간에 통계적 차이는 나타나지 않았다. 뇌성마비 아동의 모음 포먼트와 관련된 선행연구의 결과들은 정상 아동과의 집단 차를 보고하는 결과에서부터 집단 차이가 없다는 보고까지 다양하다. 이 연구들은 경직형 하지마비에 비해 운동조절이 보다 심하게 손상되어 있는 뇌성마비군을 대상으로 진행되었다. 본 연구의 연구대상인 상지의 운동조절이 상대적으로 양호한 경직형 하지마비 아동은 호흡·발성 능력의 문제를 보인 반면 상대적으로

로 모음 조음 능력에서는 정상 아동과 음향음성학적인 차이가 크지 않음을 확인할 수 있었다. 집단 간 통계적 차이는 없었으나 뇌성마비 아동의 평균과 표준편차가 정상 아동에서보다 높아 뇌성마비 아동에서 개인차가 더 크게 나타났으며, <그림 - 3>을 참고해 보면, 뇌성마비 집단 중 일부 아동의 제1포먼트가 높아져 있는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 비록 뇌성마비 아동과 정상 아동 간에 평균값을 통한 집단차이는 볼 수 없었지만, 후속 연구를 통해 뇌의 손상 영역과 손상 정도, 기능적 활성화와 관련된 요소, 뇌성마비의 중증도 등 뇌성마비 집단에서 보다 심한 개인차를 유발하는 원인을 확인한 후, 그에 해당하는 경직형 하지마비 아동의 언어 평가 시 모음 조음의 정확도도 평가에 포함될 필요가 있음을 알 수 있다.

본 연구를 통해 학령전기 경직형 하지마비 아동이 정상 아동에 비해 호흡 및 발성능력이 저하되어 있고 성대조절 능력이 부족하여 발화 시 음성의 질적인 측면뿐만 아니라 발화 길이와 같은 양적인 측면에도 영향을 미칠 가능성이 있음을 확인 할 수 있었다. 이 연구는 모음 /아/ 발성을 기준으로 각 측정치들을 비교한 자료이므로, 실제 발화 상황과는 많은 차이가 있으므로 차후 모음 및 자음의 종류, 위치 등을 고려한 분석이 필요하며, 이를 통해 학령전기 뇌성마비 아동의 언어평가와 치료에 활용할 수 있는 기준을 연구·개발하는 등의 지속적인 노력이 필요하다.

참 고 문 헌

- 권오구(2002). 경직형 뇌성마비 아동과 정상아동의 모음에 대한 음향학적 특성 비교분석. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 심현섭·박지은(1998). 뇌성마비 아동의 모음산출에 관한 연구. 『언어정각장애연구』, 3, 68-83.
- 엄정희(2003). 말운동장애의 치료사례. 『언어·청능장애 겨울 연수회: 2003』. 서울: 한학문화.
- 이선아(2003). 경직형 및 무정위운동형 뇌성마비 아동의 음향음성학적 특성. 한림대학교 대학원 석사학위논문.
- 이옥분·박상희·정옥란(2002). 경직형 운동구어장애자의 모음의 음향학적 특성. 『언어치료연구』, 8(3), 171-177.
- 이청기·김은경(1999). 불수의운동형 뇌성마비에서 말하는 동안의 호흡양상 및 복근의 활동도. 『대한재활의학회지』, 23(5), 926-932.
- 전연숙·신효근·김현기(2003). 경직형 뇌성마비 아동의 음향음성학적 특성: 사례연구. 『제14회 학술발표대회 논문집』. 서울: 한국음성과학회.
- 표화영·최홍식(2001). MDVP의 실제와 활용. 『음성 및 언어 분석기기 활용법』. 서울: 한국문화사.
- Campbell, S.(1974). Facilitation of cognitive and motor development in infants with central nervous dysfunction. *Physical Therapy*, 54(4), 346-370.
- Caruso, A. J. & Strand, E. A.(1999). Motor speech disorders in children: Definitions, background, and a theoretical framework. In A. J. Caruso & E. A. Strand(Eds.), *Clinical management*

- of motor speech disorders in children*. New York: Thieme.
- Duffy, J. R.(1995). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management*. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc.
- Finnegan, D. E.(1984). Maximum phonation time for children with normal voices. *Journal of Communication Disorders*, 17(5), 309-317.
- Hardy, J. C.(1983). *Cerebral Palsy*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Hoit, J. D. & Hixon, T. J.(1987). Age and speech breathing. *Journal of Speech and Hearing Research*, 30(3), 351-366.
- Irwin, O. C.(1955). Phonetic equipment of spastic and athetoid children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 20(1), 54-57.
- Kent, R. D.(1976). Anatomical and neuromuscular maturation of the speech mechanism: Evidence from acoustic studies. *Journal of Speech and Hearing Research*, 19(3), 421-447.
- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. F., Vorperian, H. K. & Duffy, J. R.(1999). Acoustic studies of dysarthric speech: Methods, progress, and potential. *Journal of Communication Disorders*, 32(3), 141-186.
- Levin, K.(1999). Babbling in infants with cerebral palsy. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 13(4), 249-267.
- Lord, J.(1984). Cerebral palsy: A clinical approach. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 65(9), 542-548.
- Love, R. J.(2000). *Childhood motor speech disability*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- O'Dwyer, N. J., Nelson, P. D. & Guitar, B. E.(1983). Control of upper airway structures during nonspeech tasks in normal and cerebral-palsied subjects: EMG finding. *Journal of Speech and Hearing Research*, 26(2), 162-170.
- Platt, L. J., Andrews, G., Young, M. & Quinn, P. T.(1980). Dysarthria of adult cerebral palsy: I. Intelligibility and articulatory impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 23(1), 28-40.
- Redstone, F.(1991). Respiratory components of communication. In M. B. Langley & L. J. Lombardino (Eds.), *Neurodevelopmental strategies for managing communication disorders in children with severe motor dysfunction*. Austin, TX: PRO-ED.
- Robbins, J. & Klee, T.(1987). Clinical assessment of oropharyngeal motor development in young children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52(3), 271-277.
- Wit, J., Maassen, B., Gabreels, F. J. M. & Thoonen, G.(1993). Maximum performance tests in children with developmental spastic dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36(3), 452-459.

ABSTRACT

**A Study of Acoustic Characteristics of Vowels in
Preschool Cerebral Palsy Children with Spastic Diplegia**

Ji Eun Park

(Graduate Program in Speech Pathology, Yonsei University)

Eun Sook Park

(Dept. of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine)

Hyang Hee Kim

(Dept. of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine &
Graduate Program in Speech Pathology, Yonsei University)

This study reports an investigation on the acoustic characteristics in the vowel phonation of preschool children with spastic diplegia due to cerebral palsy(CP). A group of 15 children with spastic diplegia were compared to 9 normal controls in sustained /a/ phonation. There were significant differences between the two groups in the maximum phonation time, jitter percent, shimmer percent, and noise to harmonic ratio. The respiratory capacity of the CP children was reduced and phonation capacity was also impaired due to the defect in vocal cord control. Maximum phonation time of the CP children did not increase as age increased whereas that of the normal controls did. When average fundamental frequency, first formant, and second formant of vowel were compared between the two groups, no reliable difference was found. The results indicate that unlike other types of CP, spastic diplegia children with better upper body control have a similar ability to normal developing children in vowel articulatory ability compared to respiration and phonation.

Key Words: spastic diplegia, cerebral palsy, maximum phonation time, fundamental frequency, jitter, shimmer, noise to harmonic ratio, formant

▶ 게재 신청일: 2004년 5월 31일

▶ 게재 확정일: 2004년 7월 15일

- ▶ 박지은(제 1 저자): 연세대학교 언어병리학협동과정 박사과정, e-mail: parkjieun@yumc.yonsei.ac.kr
- ▶ 박은숙(교신저자): 연세대학교 의과대학 재활의학교실 교수, e-mail: pes1234@yumc.yonsei.ac.kr
- ▶ 김향희(제 3 저자): 연세대학교 언어병리학협동과정, 연세대학교 의과대학 재활의학교실 교수,
e-mail: hkim@yumc.yonsei.ac.kr