

# 뇌성마비 성인의 일상발화와 명료한 발화에서의 모음의 음향적 특성

고 현 주, 김 수 진  
나사렛대학교 언어치료학과

## Acoustic properties of vowels produced by cerebral palsy adults in conversational and clear speech

Hyunju Ko, Soojin Kim  
Department of Communication Disorders, Korea Nazarene University  
E-mail : wtts01@hanmail.net, sjkim@kornu.ac.kr

### Abstract

The present study examined two acoustic characteristics(duration and intensity) of vowels produced by 4 cerebral palsy adults and 4 nondisabled adults in conversational and clear speech. In this study, clear speech means: (1) slow one's speech rate just a little, (2) articulate all phonemes accurately and increase vocal volume. Speech material included 10 bisyllabic real words in the frame sentences. Temporal-acoustic analysis showed that vowels produced by two speaker groups in clear speech(in this case, more accurate and louder speech) were significantly longer than vowels in conversational speech. In addition, intensity of vowels produced by cerebral palsy speakers in clear speech(in this case, more accurate and louder speech) was higher than in conversational speech.

### I. 서론

마비말장애란 중추 또는 말초 신경계의 이상으로 인한 말기계의 근육조절의 어려움으로 발생하는 말장애를 통틀어서 지칭하는 것으로서 말 근육의 마비, 약화 혹은 협응이 제대로 이루어지지 않아 발생하는 구어적 결함을 총체적으로 일컫는다[5]. 이러한 마비말장애 말소

리의 지각적 특성에 따라 6가지 하위 유형(이완형, 경직형, 운동감퇴형, 과운동형, 운동실조형, 혼합형)으로 분류하며 그 증상이나 원인에 따라 다시 뇌성마비, ALS, 파킨슨씨병, 뇌손상, 근약화증 등으로 분류할 수 있다.

증상이나 원인에 따른 분류 중 뇌성마비는 미성숙한 뇌의 비진행성 병변으로 인한 운동 및 자세의 이상을 말하며 대근육 뿐만 아니라 주요 말 산출 기관의 조절에도 영향을 미쳐 호흡, 발성, 공명 및 조음에 어려움을 보이게 된다. 이러한 어려움으로 인해 일반적으로 호흡과 발성의 손상, 자음 및 모음의 왜곡, 과대비성, 말 속도 조절의 문제가 나타나게 된다[4]. 일반적으로 뇌성마비 성인의 경우 다른 모음에 비하여 모음 사각도의 극단에 위치한 모음 /이/, /우/, /아/의 산출에 어려움을 보인다고 하며 이러한 뇌성마비로 인한 마비말장애의 말 특성을 음향음성학적으로 분석한 연구들을 보면, 모음 /아/, /이/, /우/, 애/의 F1 평균이 일반집단보다 낮다는 보고가[1] 있는 반면 14세 경직형 운동구어장애 집단의 모음을 분석한 결과에서는 일반인 집단보다 높게 나타난다는 상반된 보고가 있기도 하다[3]. 또한 경직형 하지마비 아동의 경우 VOT가 증가되어 목선 소리가 나고 음절의 길이도 짧다는 보고도 있었다[6]

명료한 발화란 의사소통에 어려움이 있는 상황에서 화자가 선택하는 발화스타일로[7] 기존의 명료한 발화에 관한 연구들은 잡음환경에서 의사소통을 시도하는 경우, 청각장애인과 대화하는 경우, 외국인에게 말하듯이 하는 경우, 일정한 거리의 PC를 음성으로 조작하기

위한 경우, 언어적 강세 혹은 포커스를 실현하기 위하여 명료하게 하는 경우 그리고 유아에게 말하듯이 하는 경우 등 다양한 환경에서 이루어져 왔다. 이러한 연구 결과들을 살펴보면 대체적으로 (1) F0와 에너지 및 모음 지속시간 증가 (2) 에너지 분포 이동(3) F1의 증가 등이 공통적인 음향적 특징으로 보고 되고 있으며[2] 또한 (1) 모든 음소의 정확한 조음 (2) 약간 느려진 발화 속도(3) 구(phrase) 경계에 휴지 삼입 (4) 말 강도의 증가가 일반적인 가정으로 받아들여지고 있다고도 한다 [7]. 반면에 일상 발화란 말 산출과 관련해 어떤 특별한 노력이나 혹은 별도의 지시 없이 일상적이고 일반적인 상황에서 산출되는 발화 형태를 의미한다[8].

본 연구는 뇌성마비 성인의 일상 발화와 명료한 발화의 음향적 특성과 명료도와의 관계를 살펴보기 위한 연구의 예비연구로서 우선 산출실험을 통해 뇌성마비 대상자와 일반인의 명료한 발화와 일상 발화에서의 모음의 지속시간과 에너지 특성을 비교하여 살펴보았다. 또한 본 연구에서는 명료한 발화를 (1) '느린' 발화와 (2) '크고 똑똑한' 발화로 조작적으로 정의하였다.

## II. 연구방법

### 2.1 피험자 및 시료

실험에 참가한 뇌성마비 피험자는 남녀 대학생 각 2명 총 4명이며 일반인 피험자는 대학생 여자 4명으로 구성되어 있다. 뇌성마비 피험자의 경우 마비말장애의 하위 유형의 주 유형이 경직형이 2명, 이완형이 2명이며 연령 대는 뇌성마비 피험자의 경우 20대가 3명, 30대 초반이 한 명이고 일반인 피험자는 모두 20대이다.

실험에 사용한 시료는 비교적 사용빈도가 높은 고빈도 단어로 구성되어 있는 Yoon's PB Words 2음절 단어 리스트 중 임의로 10개(포도, 커피, 타조, 치마, 사자, 바지, 고래, 다리, 나비, 조개)를 선정하였다. 이 단어들을 '여기 00 주신대요'라는 틀 문장에 넣은 후 3번을 반복하고 10개 문장을 하나의 블럭으로 하여 각 블럭 안에서 무작위화 하여 최종적으로 30개의 문장을 시료로 사용하였다. 시료 제시는 A4 용지 크기에 4개의 문장이 들어가도록 한 후 위로 넘기기 제본을 하여 사용하였다. 이렇게 제작된 30개의 시료를 세 가지 발화 스타일(일상 발화, '느린' 발화, '크고 똑똑한' 발화)로 발생하도록 하였으며 따라서 음향 분석에 사용된 총 시료는 화자 당 90개 이다.

### 2.2 녹음 및 분석

녹음은 비교적 조용한 방에서 노트북에 외장형 사운드 카드(USB Sound Blaster Audigy 2 NX)와 마이크

(SENNHEISER K6-p)를 연결한 후 음성편집 소프트웨어(CoolEdit 2.0)를 이용하여 실시하였다. 녹음은 세 가지 발화 스타일로 실시하였는데 첫 번째는 피험자들에게 평소 친구들이나 가족에게 하듯이 최대한 자연스럽게 발생해 달라는 요구를 통해 일상발화를 녹음하였고 두 번째는 평소 발화보다 느리고 천천히 말하듯이 해달라고 요구하여 본 연구에서 정의한 명료한 발화 중 '느린' 발화를 녹음하였다. 마지막으로 멀리 떨어져 있는 친구에게 말하듯이 보통 때보다 똑똑하고 크게 발생해 줄 것을 요구하여 명료한 발화 중 '크고 똑똑한' 발화를 녹음하였다.

녹음 시 마이크는 피험자 정면에 설치하고 피험자와의 거리는 약 20cm 정도로 하였고 각 문장 간 간격은 2-3초를 유지하도록 하였다. 그리고 한 가지 발화 스타일로 녹음 한 후 약 1분 정도 휴식을 취하도록 하였으나 뇌성마비 피험자의 경우 본인이 원하는 경우 언제든지 휴식을 취할 수 있도록 하였다.

음향분석은 Wavesurfer 1.8.5를 이용하여 문장 내 이음절 목표 단어의 첫 번째, 두 번째 모음의 시작점과 끝점을 음소분할 하고 하나의 문장을 하나의 파일로 저장한 후 목표단어의 두 모음의 지속시간 그리고 목표단어의 두 모음의 에너지(dB)를 프로그래밍을 이용하여 추출하였다. 음소 분할 시에는 파형과 스펙트로그램을 이용하였으며 모음은 F1, F2가 제대로 보이는 부분을 그 시작점과 끝점으로 하여 분할하였다.

통계분석은 SPSS 13.0을 이용하여 실시하였으며 각 단어에 대해 뇌성마비 피험자 그룹과 일반인 피험자 그룹별로 발화 스타일 간에 지속시간과 에너지의 차이를 알아보기 위해 일원배치 분산분석을 실시하고 사후검증(Scheffe)을 실시하였다.

## III. 결과 및 논의

### 3.1 지속시간

문장 내 목표 단어의 모음 지속시간에 대한 기술통계는 표 1과 같다. 표에서 볼 수 있듯이 전반적으로 모든 발화 스타일에서 뇌성마비 집단이 일반인 집단에 비해 모음의 지속시간이 길게 나타나는 것을 알 수 있다.

표 2는 두 집단의 목표단어의 모음 지속시간에 대한 일원배치 분산분석 결과와 사후검증 결과를 나타낸 것이다. 표에서처럼 뇌성마비 집단의 경우 10개 단어 중 '사자'와 '치마'를 제외한 8개 단어에서 첫 번째 모음의 지속시간이 발화 스타일에 따라 차이를 보여주고 있다. 사후검증 결과 '크고 똑똑한' 발화와 일상 발화 혹은 '느린' 발화와 일상 발화 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 표에서처럼 대부분의 단어의 경우에 일

		뇌성마비 집단			일반인 집단		
		일상	느린	크고 똑똑한	일상	느린	크고 똑똑한
사자	1	142(70)	213(81)	251(135)	73(12)	92(24)	108(47)
	2	270(152)	275(115)	286(118)	102(25)	158(73)	184(94)
타조	1	136(60)	239(170)	223(106)	78(21)	98(22)	111(40)
	2	239(106)	284(136)	275(112)	88(32)	149(61)	169(95)
포도	1	113(37)	217(71)	223(91)	74(14)	101(36)	116(59)
	2	208(88)	277(100)	248(85)	100(40)	167(66)	171(90)
치마	1	65(29)	158(126)	158(132)	27(7)	50(29)	63(40)
	2	265(107)	272(57)	294(115)	109(16)	155(45)	190(81)
바지	1	165(60)	234(55)	244(91)	83(16)	114(26)	119(30)
	2	213(87)	267(102)	223(98)	71(23)	123(60)	144(83)
조개	1	111(43)	186(58)	198(88)	79(23)	91(28)	105(29)
	2	261(117)	294(152)	296(100)	97(22)	155(71)	176(86)
나비	1	181(48)	233(59)	294(130)	130(16)	155(30)	169(32)
	2	224(128)	239(108)	239(84)	93(30)	140(65)	164(78)
고래	1	122(42)	196(95)	254(142)	66(13)	97(26)	110(45)
	2	248(100)	259(83)	303(110)	117(41)	161(59)	180(78)
커피	1	85(39)	124(48)	145(64)	34(11)	56(13)	64(15)
	2	217(112)	259(111)	232(73)	71(20)	122(56)	152(92)
다리	1	166(44)	236(66)	251(84)	87(24)	112(33)	118(28)
	2	236(71)	264(83)	245(83)	87(24)	132(66)	158(90)

표 1. 문장 내 목표 단어의 모음 지속시간(ms)의 평균 및 표준편차(1-첫 번째 음절, 2-두 번째 음절, 일상-일상 발화, 느린-느린 발화, 크고 똑똑한-크고 똑똑한 발화), ( )는 표준편차

		일상-느린	일상-크고 똑똑한	느린-크고 똑똑한
사자	1		일 F(2, 33)=3.659, p<.05	
	2		일 F(2, 33)=4.250, p<.05	
타조	1		뇌 F(2, 33)=3.696, p<.05 일 F(2, 33)=3.813, p<.05	
	2		일 F(2, 33)=3.747, p<.05	
포도	1	뇌 F(2, 33)=9.271, p<.05	뇌 F(2, 33)=9.271, p<.05	
	2			
치마	1		일 F(2, 33)=4.644, p<.05	
	2		일 F(2, 33)=6.648, p<.05	
바지	1	뇌 F(2, 33)=4.425, p<.05 일 F(2, 33)=7.123, p<.05	뇌 F(2, 33)=4.425, p<.05 일 F(2, 33)=7.123, p<.05	
	2		일 F(2, 33)=4.564, p<.05	
조개	1	뇌 F(2, 33)=6.135, p<.05	뇌 F(2, 33)=6.135, p<.05	
	2		일 F(2, 33)=4.574, p<.05	
나비	1		뇌 F(2, 33)=5.067, p<.05 일 F(2, 33)=6.145, p<.05	
	2		일 F(2, 33)=4.118, p<.05	
고래	1		뇌 F(2, 33)=5.062, p<.05 일 F(2, 33)=8.914, p<.05	
	2			
커피	1		뇌 F(2, 33)=3.937, p<.05 일 F(2, 33)=15.707, p<.05	
	2		일 F(2, 33)=4.965, p<.05	
다리	1		뇌 F(2, 30)=4.245, p<.05 일 F(2, 33)=3.892, p<.05	
	2		일 F(2, 30)=3.463, p<.05	

표 2. 문장 내 목표 단어의 모음 지속시간에 대한 일원배치 분산분석 결과와 사후 검증결과(뇌-뇌성마비 집단, 일-일반인 집단)

상 발화와 '느린' 발화 간에는 모음 지속시간의 차이가 나타나지 않는 것을 알 수 있다. 또한 뇌성마비 집단의 경우 목표 단어 두 번째 음절의 모음 지속시간은 발화 스타일에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

일반인 집단에서는 목표 단어 첫 번째 모음의 지속시간은 '포도'와 '조개'를 제외한 8개 단어에서 발화 스타일에 따른 차이가 있는 것으로 나타났는데 사후 검증 결과 '바지'를 제외한 모든 단어가 '크고 똑똑한' 발화와 일상 발화 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 목표 단어 두 번째 모음의 경우 '포도'와 '고래'를 제외한 8개 단어에서 발화 스타일에 따른 차이를 보였으며 사후 검증 결과 8개 단어 모두에서 '크고 똑똑한' 발화와 일상 발화 간에 차이가 있는 것으로 나타났다.

지속시간에 대한 결과를 다시 한번 살펴보면, 목표 단어의 모음의 지속시간은 뇌성마비 집단이 산출한 일부 단어에서 일상발화와 '크고 똑똑한' 발화 간에 차이가 나타났으나 두 집단이 산출한 대부분의 모음의 경우 일상 발화와 '크고 똑똑한' 발화 간에 차이가 있는 것으로 나타났으며 반면 '느린' 발화와 '크고 똑똑한' 발화 간에는 모음 지속시간의 차이가 전혀 나타나지 않았다.

### 3.2 에너지

문장 내 목표 단어의 모음 강도의 기술통계는 표 3과 같다.

		뇌성마비 집단			일반인 집단		
		일상	느린	크고 똑똑한	일상	느린	크고 똑똑한
사자	1	54(4)	54(5)	62(6)	57(4)	58(4)	62(6)
	2	56(2)	56(5)	64(6)	59(4)	60(4)	61(5)
타조	1	54(4)	54(5)	63(5)	60(4)	60(4)	63(6)
	2	55(3)	55(5)	62(8)	57(4)	58(3)	61(6)
포도	1	56(5)	56(4)	64(8)	66(5)	66(6)	67(7)
	2	57(4)	55(5)	63(8)	60(3)	60(3)	62(5)
치마	1	56(6)	55(6)	59(6)	58(4)	57(3)	60(3)
	2	56(4)	56(7)	64(8)	61(4)	61(3)	65(5)
바지	1	54(4)	54(5)	63(7)	62(6)	59(5)	64(6)
	2	54(4)	54(7)	60(6)	57(3)	58(3)	59(4)
조개	1	55(4)	55(6)	62(8)	61(7)	59(6)	63(5)
	2	57(4)	56(5)	63(5)	62(5)	60(3)	62(4)
나비	1	55(4)	55(7)	64(5)	58(4)	58(4)	64(6)
	2	56(4)	55(6)	61(7)	57(4)	58(2)	60(4)
고래	1	57(5)	55(5)	63(6)	65(7)	62(6)	64(5)
	2	57(3)	56(5)	65(4)	63(3)	60(2)	64(4)
커피	1	54(5)	54(7)	63(4)	60(5)	59(5)	64(6)
	2	57(4)	56(5)	64(5)	63(6)	62(7)	65(5)
다리	1	56(3)	53(5)	62(5)	58(4)	57(5)	63(6)
	2	56(4)	53(6)	59(7)	58(3)	57(2)	60(4)

표 3. 문장내 목표 단어의 모음 강도에 대한 평균(dB) 및 표준편차,

		일상-느린	일상-크고 똑똑한	느린-크고 똑똑한
사자	1		남 F(2, 33)=9.052, p<.05	
	2			남 F(2, 33)=0.601, p<.05
타조	1			남 F(2, 33)=11.651, p<.05
	2			남 F(2, 33)=6.455, p<.05
포도	1		남 F(2, 33)=5.461, p<.05	
	2			남 F(2, 33)=5.191, p<.05
치마	1			
	2		남 F(2, 33)=5.507, p<.05	
바지	1			
	2			
조개	1		남 F(2, 33)=4.874, p<.05	
	2		남 F(2, 33)=7.289, p<.05	남 F(2, 33)=7.289, p<.05
나비	1		남 F(2, 33)=8.484, p<.05 일 F(2, 33)=5.666, p<.05	
	2			
고래	1		남 F(2, 33)=5.594, p<.05	
	2		남 F(2, 33)=12.793, p<.05	남 F(2, 33)=12.793, p<.05
커피	1		남 F(2, 33)=8.954, p<.05	
	2		남 F(2, 33)=8.670, p<.05	남 F(2, 33)=8.670, p<.05
다리	1		남 F(2, 33)=8.018, p<.05	
	2		일 F(2, 30)=3.772, p<.05	

표 4. 문장 내 목표단어의 모음 강도에 대한 일원배치 분산분석 결과와 사후 검증결과

표 4는 모음 강도에 대한 일원배치 분산분석과 사후검증 결과를 나타낸 것이다. 표에서 볼 수 있는 것처럼 뇌성마비 집단은 목표 단어의 첫 번째 모음의 경우 ‘바지’와 ‘치마’를 제외한 8개 단어에서, 두 번째 모음의 경우에는 ‘바지’ ‘나비’ ‘다리’를 제외한 7개에서 발화 스타일에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후검증 결과 대부분 ‘크고 똑똑한’ 발화가 일상발화나 혹은 ‘느린’ 발화와 모음 강도에 차이가 있는 것을 알 수 있으며 일상 발화와 ‘느린’ 발화 간에는 차이가 없는 것을 알 수 있다. 일반인 집단의 경우는 목표 단어의 첫 번째 모음의 경우 ‘나비’에서 그리고 두 번째 모음의 경우 ‘다리’에서만 발화 스타일에 따른 강도에 차이를 보였고 모두 일상 발화와 ‘크고 똑똑한’ 발화 간에 차이가 있는 것으로 나타났다.

결론적으로, 목표 단어의 모음 지속시간에 대한 결과에서는 두 피험자 그룹 모두 일상 발화와 ‘느린’ 발화 보다는 일상 발화와 ‘크고 똑똑한’ 발화 간에 지속시간의 차이가 나타나는 것을 알 수 있었는데 이러한

결과는 ‘느린’ 발화 보다는 오히려 ‘크고 똑똑한’ 발화에서 음소의 지속시간이 길어진 것으로 해석할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 문장 내 휴지에 대한 고려를 하고 있지 않기 때문에 실제로 ‘느린’ 발화에 대한 요구

시 화자들이 어떤 전략을 사용했는지 즉 음소 자체의 지속시간을 늘였는지 혹은 문장 내 휴지의 횟수나 지속시간을 늘였는지에 대해서는 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다. 발화 스타일에 따른 모음 강도에 대한 결과에서는 흥미롭게도 일반인 그룹의 경우 발화스타일에 따른 차이가 거의 없었던 반면 뇌성마비 집단의 경우 대부분의 단어에서 발화 스타일에 따른 차이를 보여 ‘크고 똑똑한’ 발화에서의 모음 강도가 다른 두 발화 스타일에 비해 유의하게 크게 나타났다. 이는 일상 발화나 ‘느린’ 발화에서 뇌성마비 집단의 모음 강도가 일반인 집단에 비해 전반적으로 낮게 나타난 기술통계를 참고해 볼 때, 아마도 뇌성마비가 가지는 호흡의 문제로 인한 것으로 해석할 수 있을 것 같다.

본 연구는 뇌성마비 성인의 일상 발화와 명료한 발화에서의 음소의 음향적 특성과 명료도와 관계에 대한 연구의 예비연구로서 지속시간과 에너지라는 음향적 특성 외에 다른 음향적 특성에 대한 분석과 보다 많은 피험자를 대상으로 한 후속 연구 그리고 명료도 평가를 통한 특정한 음향적 특성과 말 명료도 간의 상관관계에 대한 연구의 기초 자료로서 의의를 가진다고 할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 심현섭, 박지은, “뇌성마비 아동의 모음산출에 관한 연구”, 언어청각장애연구, 3, pp.68-83, 1998
- [2] 이숙향, 김선희, “한국어 원거리 음성의 모음의 음향적 특성”, 말소리 55호, pp.61-76, 2005
- [3] 이옥분, 박상희, 정옥란, “경직형 운동구어장애자의 모음의 음향학적 특성”, 언어치료연구, 8, 3, pp.171-177.
- [4] A. J. Caruso & E. A. Strand, "Motor speech disorders in children: Definitions, background, and theoretical framework, In A. J. Caruso & E. A. Strands(Eds)", Clinical management of motor speech disorders in children, New York: Thieme, 1999
- [5] L. Darley, A. E. Aronson and J. R. Brown, "Differential Diagnostic Patterns of Dysarthria", JSHR, 12, pp.246-269, 1969
- [6] R. J. Love, "Childhood motor speech disability", Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 2000
- [7] R. M. Uchanski, "Clear Speech, In D. B. Pisoni and R. E. Remez(Eds)", The handbook of speech perception, Blackwell Publishing, 2005