

경직형 마비말장애의 음성언어의학적 특성

Characteristics of Phoniatrics in Patients with Spastic Dysarthria

김 숙 희* · 김 현 기*
Sook-Hee Kim · Hyun-Gi Kim

ABSTRACT

The purpose of this study was to find out the ability of coordination of the articulatory motor and the ability of control of the respiration and laryngeal for spastic dysarthria by acoustic analysis. The sustained of vowel /a/ and repetition of syllable /pa/ in 15 normal and 10 spastic dysarthria were measured. Multi-Speech, MDVP, and MSP were used for data recording and analysis. As a result, the mean DDK rate in the spastic group was significantly slower than in the normal. The maximum phonation time in the spastic group (4.80 ± 1.94) was shorter than in the normal (11.20 ± 3.72). The DDKjit in the spastic group was significantly higher than in the normal. The DDKsla was reduced in the spastic group. The mean syllable duration in the spastic group (146.2ms) was significantly longer than in the normal (75.8ms). The mean energy was reduced in the spastic group. The range of Fo was greater than in the normal. The frequency perturbation (jitter, vFo) and amplitude perturbation (shimmer, vAm) were higher than in the normal group. The NHR was higher than in the normal group. The parameters of this were significantly difference between the spastic dysarthria and the normal ($p < 0.05$). Finally, the spastic dysarthria has short respiration, slow speech rate, and voice quality problem. The these results will help to establish a plan and the intervention of treatment.

Keywords: spastic dysarthria, diadochokinetic rate, syllable duration

1. 서 론

마비말장애(dysarthria)는 의사소통에 어려움이 있는 사람들 가운데에서 가장 많이 나타나는 운동 말장애(motor speech disorders) 중 하나이다(Duffy, 2005).

말은 호흡, 발성 및 조음 기관을 포함한 여러 기관들 간의 협응이 정상적으로 이루어져서 산출된다. 그러나 마비말장애는 중추 및 말초 신경계의 손상으로 인해 말 산출에 사용되는 근육의 약화, 부정확함, 그리고 불협응 등으로 운동의 범위가 감소되고, 음도, 강도, 말 속도 등의 지연으로 조음의 명료도에 영향을 미친다(Yorkston, Strand & Kennedy, 1996).

* 전북대학교 대학원 임상언어병리학과

마비말장애는 여러 유형이 있으나 경직형 마비말장애는 상부 운동 신경원(upper motor neuron lesion)의 손상에 의해 발생하는 것으로 뇌외상(TBI)의 10%-60%, 뇌졸중(stroke)의 20%-30%에서 나타난다(Sarno, Buonaguro & Levita, 1986; Warlow et al., 1996). 이들 말의 특성은 호흡 장애로 인해 구어 길이가 짧고, 말 속도와 교대운동 속도가 느리며, 후두 근육의 긴장으로 인해 쥐어짜는 소리(strained-strangled voice)나 거친 음성이 지각되고 음도 변화 및 강도의 변화가 어려우며, 운동 범위와 힘 조절의 문제로 과대비성이나 부정확한 조음이 나타난다(Duffy, 2005). 특히 다른 유형의 마비말장애와의 차이점으로는 말 산출에 관련된 근육의 약화로 말 운동 속도의 감소와 후두 조절 능력이 결여되어 나타나는 음성 장애이다.

따라서 경직형 마비말장애의 말 특성을 규명하기 위해서는 말 산출에 대한 조음 기관의 기능을 평가하고 발성과 호흡 조절 능력을 측정할 수 있는 과제를 고르는 것이 중요하다. 가장 보편적인 평가 항목으로는 모음연장발성과 길항반복운동(diadochokinetic, DDK)과제인 교대운동속도(alternate motion rate, AMR)와 일련운동속도(sequential motion rate, SMR)이다. 특히 교대운동속도 측정은 턱, 입술, 혀 등의 조음기관 움직임의 속도와 규칙성을 알아보는데 유용하며, 마비말장애 유형의 분류와 말 운동 조절 손상의 중증도를 결정하는 중요한 파라미터이다(Darley, Aronson & Brown, 1975).

경직형 마비말장애의 교대운동 특성에 관한 선행 연구(황보명, 정옥란, 강수균, 2002; 김현기 등, 1998)를 보면 교대운동 반복 회수를 측정한 경우가 많은데 이러한 파라미터의 결과는 다른 유형의 마비말장애에서도 나타날 수 있기 때문에 경직형 마비말장애만의 특성이라고는 할 수 없다. 또한 전통적으로 마비말장애의 음성언어적 특성은 청지각적인 판단에 의한 주관적인 평가가 대부분 이었는데 이러한 주관적인 평가 방법은 평가자 마다 평가 결과가 다르고 신뢰성도 떨어진다. 따라서 이들의 조음기관의 운동 기능과 음성을 평가하기 위해서는 청지각적인 평가의 제한을 보완할 수 있는 객관적이고 신뢰성 있는 다양한 파라미터의 음향학적인 분석이 함께 이루어져야 한다(Nishio & Niimi, 2001).

본 연구에서는 경직형 마비말장애 환자들의 조음기관의 운동 협응 능력과 호흡과 후두의 조절 능력을 알아보기 위하여 음절의 교대 운동과 모음의 연장발성을 컴퓨터 음향분석기를 사용하여 정량적으로 평가하였으며, 그 결과를 경직형 마비말장애의 말 운동 조절 능력과 중증도에 관한 진단적인 정보로 제공하고 적절한 치료 계획의 수립과 치료 중재에 도움이 되는 기초 자료 수집에 목적이 있다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

연구 대상은 뇌손상의 발병이 6 개월 이상 경과하고 MMSE 검사에서 25/30 점 이상의 점수와, 말 실행증 및 실어증이 없고 언어치료를 받은 경험이 없는 자로 임상 의에 의해 경직형 마비말장애로 진단 받은 환자 10 명(평균 연령: 58.5±7.04)으로 남자 6 명(평균 연령: 58.5±6.15)과 여자 4 명(평균 연령: 58.5±9.25)이었다. 대조군으로는 신경계 질환, 후두 질환, 조음기관 관련 질환 등의 과거 병력이 없는 비슷한 연령대의 정상 성인 15 명(평균 연령: 57.4±5.56)으로 남자 8 명(평균 연령:

56.7±5.28)과 여자 7 명(평균 연령: 58.1±6.20)이었다. 마비말장애의 중증도를 결정하기 위해 3 년 이상의 임상 경험이 있는 2 명의 언어치료사가 문장 읽기나 자발화를 녹음한 말 샘플을 듣고 전사하게 하였다. 명료도의 정도를 결정하기 위해 전체 발화한 음절수로 정확하게 전사한 음절을 나누어 명료도가 60%-80%인 중증도 대상으로 선정하였으며 마비말장애 환자의 특성은 다음과 같다(<표 1>).

표 1. 마비말장애 환자의 특성

대상자	성별	연령	병명	MMSE*	중증도
1	M	67	Cerebral infarction	26	중도
2	M	64	Intracerebral hemorrhage	27	중도
3	M	60	Intracerebral hemorrhage	26	중도
4	M	55	Cerebral infarction	27	중도
5	M	53	Cerebral infarction	26	중도
6	M	52	Cerebral infarction	27	중도
7	F	66	Traumatic brain injury	26	중도
8	F	67	Cerebral infarction	25	중도
9	F	50	Cerebral infarction	26	중도
10	F	51	Intracerebral hemorrhage	25	중도

* Mini-mental state examination

2.2 연구 도구

교대운동은 Motor Speech Profile model 5141의 Diadochokinetic rate을 사용하여 정량적인 분석을 하였으며, 발성 및 호흡 능력의 평가는 Multi-Speech model 3700을 사용하였다. 음질의 평가는 MDVP model 5105(Kay Elemetrics, USA, 1993)를 사용하여 다항목적 분석을 하였으며, 표본율은 각각 11025 Hz 및 44100 Hz로 선택 한 후 음성 파일로 저장하였다.

2.3 자료 수집

교대운동(alternate motion)을 측정하기 위해서는 녹음 전 3 회의 반복 훈련을 실시 한 후 8 초 동안 /pa/를 최대한 빠른 속도로 반복하게 하였다. 최대 발성 시간은 안정 된 자세에서 모음 /a/를 최대한 길게 발성하게 하여 3 회에 걸쳐 반복 측정하였으며, 음질의 평가는 연장 모음 /a/를 발화하도록 하였다. 녹음 환경은 조용한 방에서 콘텐츠 마이크(GnS, Model GP-1000)의 위치를 대상자의 입으로부터 측면 아래쪽 15 cm 떨어진 곳에 고정하여 녹음하였다.

2.4 자료 분석

MSP의 Diadochokinetic rate을 사용하여 음질의 교대운동속도(DDKavr)와 음절 반복의 규칙성을 나타내는 교대운동 주기의 표준 편차(DDKsdp), 음절을 반복하는 주기 동안 일정한 속도를 유지할 수 있는지를 평가하는 교대운동 주기의 변화(DDKjit), 음절 강도(DDKsla)와 강도의 표준 편차(DDKsdi)를 구하였다. 음절 길이(syllable duration)와 에너지를 분석하기 위해서는 MSP로 저장된 무의미 음절(CV: /pa/)을 Multi-Speech model 3700의 광대역 스펙트로그램 창에서 첫 음절이 관찰

되는 부분을 시작으로 2 초 동안 반복한 음절 중 중간 부분 5개 각각의 음절 길이를 측정된 후 음절의 평균값과 에너지를 구하였다. 음절의 길이는 폐쇄의 터짐이 시작되는 부분에서 모음의 포먼트가 끝나는 부분까지를 측정하였다(<그림 1>).

최대발성시간(maximum phonation time)은 모음/a/를 최대한 길게 발성한 수행시간을 대상자의 산출 능력으로 측정하였으며, 음질의 평가는 MDVP로 발성의 강도가 관찰되는 시작과 끝부분 중 안정화된 중간 부분의 3초 구간을 정하여 음성 값으로 분석하였다. 측정 변수는 기본 주파수(F₀)와 기본 주파수의 표준 편차(sdF₀), 기본 주파수의 최소-최대 범위, 단기간 기본 주파수 변이인 jitter와 기본 주파수의 상대적인 표준 편차를 나타내는 장기간 기본 주파수 변이인 vF₀, 단기간 강도 변이인 shimmer와 음성 강도변이에 대한 상대적인 표준 편차를 나타내는 장기간 강도 변이인 vAm, 소음 관련 파라미터인 NHR과 VTI, SPI를 구하였다.

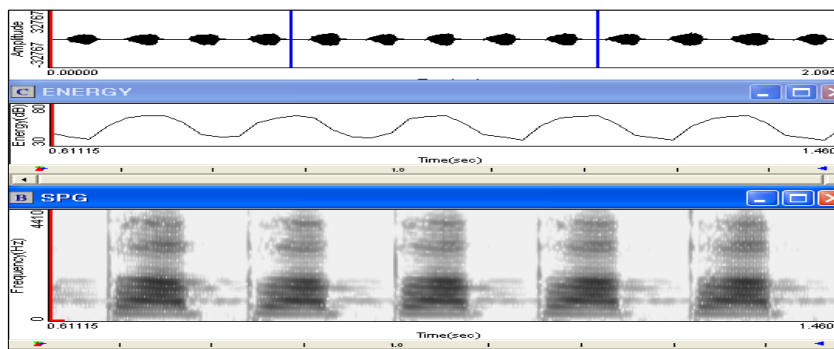


그림 1. 정상 성인의 /pa/ 음절 길이와 에너지 분석

2.5 자료 처리

자료의 통계 처리는 SPSS통계 프로그램(Version 12.0)을 이용하여 분석하였으며 두 집단 간, 동일한 성별의 두 집단 간의 유의 검정은 비모수 맨 휘트니 U의 검정(Mann-Whitney U-test)방법을 사용하여 비교하였다. 통계처리는 0.05% 유의수준에서 검정하였다.

3. 결 과

3.1 교대운동

DDKavr은 경직형 집단이 초당 3.75 회로 정상 집단의 6.12 회보다 느렸으며, DDKsdp와 DDKjit는 경직형 집단이 정상 집단에 비해 높았다. DDKavr와 DDKsdp, DDKjit는 두 집단 간에 유의한 차이가 있었으며, 동일한 성별의 두 집단 간에도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). DDKsla는 경직형 집단이 59.01 dB로 정상 집단의 61.52 dB 보다 낮았으며, 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p < .05$). DDKsdi는 경직형 집단이 정상 집단 보다 높았으며, 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 경직형 남자 집단과 정상 남자 집단의 DDKsdi를 비교한 결과 유의한 차이가 있었다(<표 2>).

표 2. 교대운동 비교

구분		DDKavr ¹⁾ (S)	DDKsdp ²⁾ (ms)	DDKjit ³⁾ (%)	DDKsla ⁴⁾ (dB)	DDKsdi ⁵⁾ (dB)
		M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
전체	경직형	3.75 ± 1.1*	102.05 ± 43.5*	11.21 ± 6.6*	59.01 ± 2.0*	2.48 ± 0.9*
	정상	6.12 ± 0.4	12.80 ± 5.6	1.65 ± 0.9	61.52 ± 2.4	1.66 ± 0.7
남	경직형	3.83 ± 1.3*	104.72 ± 50.0*	10.93 ± 5.2*	60.03 ± 1.6	2.82 ± 0.7*
	정상	6.15 ± 0.3	9.83 ± 2.1	1.44 ± 1.1	61.82 ± 2.3	1.60 ± 0.5
여	경직형	3.64 ± 0.9*	97.60 ± 36.6*	11.77 ± 10.4*	57.48 ± 1.6	1.98 ± 1.1
	정상	6.08 ± 0.4	16.27 ± 6.6	1.90 ± 0.7	61.18 ± 2.6	1.71 ± 1.0

* $p < .05$

DDKavr¹⁾ - Average DDK Rate, DDKsdp²⁾ - Standard Deviation of DDK period, DDKjit³⁾ - Perturbation of DDK period, DDKsla⁴⁾ - Average Syllabic intensity, DDKsdi⁵⁾ - Standard Deviation of DDK Peak intensity

3.2 음절 길이와 에너지

음절 길이를 비교한 결과, 경직형 집단은 146.2 ms로 정상 집단의 75.8 ms에 비해 길었다. 두 집단 간의 음절 길이는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 동일한 성별의 두 집단 간에도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 음절 길이는 경직형 여자 집단이 160.9 ms로 경직형 남자 집단의 136.4 ms 보다 24.5 ms 더 길었다. 음절에 대한 평균 에너지는 경직형 집단이 43.8 dB로 정상 집단의 50.8 dB 보다 낮았으며, 최소 에너지는 경직형 집단이 24.51 dB로 정상 집단의 33.31 dB에 보다 낮았다. 평균 에너지와 최소 에너지는 두 집단 간에 유의한 차이가 있었으며, 동일한 성별의 두 집단 간에도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 최대 에너지는 경직형 집단이 정상 집단 보다 낮았으나 두 집단 간에 유의한 차이는 없었다. 최소 에너지와 최대 에너지 사이의 범위는 경직형 집단이 24.51 dB~62.45 dB로 정상집단의 33.31 dB~65.15 dB에 비해 차이가 크게 나타났다(<표 3>).

표 3. 단음절 /pa/의 음절 길이와 에너지 비교

구분		Syllable Duration (ms)	Mean Energy (dB)	Mini-Energy (dB)	Max-Energy (dB)
		M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
전체	경직형	146.2 ± 37.8*	43.81 ± 3.5*	24.51 ± 3.0*	62.45 ± 5.1
	정상	75.8 ± 9.4	50.87 ± 3.5	33.31 ± 3.7	65.15 ± 3.4
남	경직형	136.4 ± 36.9*	45.13 ± 1.9*	25.09 ± 3.0*	64.11 ± 5.2
	정상	74.3 ± 9.8	52.32 ± 3.1	34.82 ± 3.3	66.11 ± 3.1
여	경직형	160.9 ± 39.1*	41.84 ± 4.7*	23.63 ± 3.1*	59.97 ± 4.4
	정상	77.4 ± 9.5	49.22 ± 3.3	31.59 ± 3.8	64.05 ± 3.7

* $p < .05$

3.3 최대발성시간

최대발성시간은 경직형 집단이 4.8 초로 정상 집단의 11.2 초에 비해 짧았으며, 두 집단을 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었고, 동일한 성별의 두 집단 간에도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 남자의 경우 경직형 집단은 4.56 초, 정상 집단은 10.93 초였고, 여자는 경직형 집단의 경우 5.15 초, 정상 집단은 11.50 초로 경직형 집단이 짧았다(<표 4>).

표 4. 최대발성시간 비교

(단위: sec)

구분		N	M \pm SD(sec)	Z	p
전체	경직형	10	4.80 \pm 1.94	-3.883	.000*
	정상	15	11.20 \pm 3.72		
남	경직형	6	4.56 \pm 1.19	-2.969	.003*
	정상	8	10.93 \pm 4.22		
여	경직형	4	5.15 \pm 2.94	-2.646	.008*
	정상	7	11.50 \pm 3.37		

* $p < .05$

3.4 기본 주파수와 기본 주파수 변이

기본 주파수는 경직형 집단이 152.32 Hz로 정상 집단의 기본 주파수 171.95 Hz에 비해 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. SdFo는 경직형 집단이 7.51 Hz로 정상 집단의 2.58 Hz 보다 높았으며, 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 기본 주파수의 최소-최대 범위는 경직형 집단이 130~175 Hz로 정상 집단의 156~179 Hz에 비해 차이가 크게 나타났다. 단기간 주파수 변이인 jitter는 정상 집단이 0.55%, 경직형 집단은 3.49%로 높았으며, 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 장기간 주파수 변이인 vFo는 정상 집단이 1.60%, 경직형 집단은 4.71%로 높았으며, 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. sdFo와 jitter, vFo는 경직형 남자 집단과 정상 남자 집단 간에 유의한 차이가 있었다(<표 5>).

표 5. 기본 주파수와 기본 주파수 변이 비교

구분		Fo ¹⁾ (Hz)	SdFo ²⁾ (Hz)	Fo Range ³⁾ (Hz)	jitter(%)	vFo(%) ⁴⁾
전체	경직형	152.32 \pm 34.1	7.51 \pm 8.8*	130.1 ~ 175.9	3.49 \pm 5.2*	4.71 \pm 5.1*
	정상	171.95 \pm 8.8	2.58 \pm 1.7	156.4 ~ 179.4	0.55 \pm 0.3	1.60 \pm 0.9
남	경직형	130.61 \pm 17.1	6.06 \pm 2.4*	116.1 ~ 157.0	4.20 \pm 6.4*	4.34 \pm 4.6*
	정상	136.06 \pm 29.2	1.98 \pm 1.8	127.5 ~ 141.1	0.42 \pm 0.1	1.37 \pm 0.9
여	경직형	184.89 \pm 25.5	9.68 \pm 11.7	151.2 ~ 204.2	2.43 \pm 3.2	5.26 \pm 6.4
	정상	213.34 \pm 19.5	3.36 \pm 1.4	189.5 ~ 223.1	0.69 \pm 0.4	1.87 \pm 0.9

* $p < .05$

Fo¹⁾: Average Fundamental Frequency, SdFo²⁾: Standard Deviation of Fo, Fo Range³⁾: Lowest Fo - Highest Fo, vFo⁴⁾: Fundamental Frequency Variation,

3.5 강도 변이와 소음 관련 파라미터

단기간 강도 변이인 shimmer는 정상 집단에서 2.81%, 경직형 집단은 7.69%로 두 집단 간에 유의한 차이가 있었으며, 동일한 성별의 두 집단 간에도 유의한 차이가 있었다. 장기간 강도 변이인 vAm은 정상 집단에서 11.75%, 경직형 집단은 20.73%로 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 경직형 남자 집단과 정상 남자 집단을 비교한 결과에서도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 소음 관련 파라미터인 NHR은 정상 집단이 0.12, 경직형 집단이 0.21로 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 경직형 여자 집단과 정상 여자 집단을 비교한 결과에서도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). VTI와 SPI는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(<표 6>).

표 6. 강도 변이와 소음 관련 파라미터 비교

		shimmer(%)	vAm(%) ¹⁾	NHR ²⁾	VTI ³⁾	SPI ⁴⁾
전	경직형	7.69 ± 6.6*	20.73 ± 9.0*	0.21 ± 0.1*	0.06 ± 0.1	17.88 ± 15.9
	정상	2.81 ± 1.0	11.75 ± 4.5	0.12 ± 0.0	0.03 ± 0.0	10.55 ± 4.5
남	경직형	7.06 ± 5.1*	22.33 ± 5.2*	0.20 ± 0.1	0.07 ± 0.1	21.95 ± 19.4
	정상	3.07 ± 0.8	10.35 ± 4.2	0.13 ± 0.0	0.04 ± 0.1	11.62 ± 3.9
여	경직형	8.64 ± 9.3*	18.33 ± 13.5	0.22 ± 0.1*	0.04 ± 0.0	11.77 ± 7.3
	정상	2.52 ± 1.2	13.34 ± 4.6	0.12 ± 0.0	0.03 ± 0.1	9.34 ± 5.2

* $p < .05$ vAm¹⁾ : Peak- Amplitude Variation, NHR²⁾ : Noise to Harmonic Ratio, VTI³⁾ : Voice Turbulence Index, SPI⁴⁾ : Soft Phonation Index

4. 고 찰

교대운동속도는 일정한 시간 내에 말한 음절수를 세어 조음기관의 상호적인 움직임에서의 속도와 규칙성을 평가하는 것으로, 읽기나 대화와 같은 복잡한 과제에서의 말 속도와 잠재적으로 관련이 있으며, 말의 회복이나 손상을 결정하는데 그리고 중증도를 평가하는데 관련이 있다. 정상적인 교대운동 패턴은 음절을 산출하는 동안 잘 조절된 성대 진동과 조음기관의 움직임을 나타낸다(Duffy, 2005; Kent, et al., 2000).

Westbury & Dembowski(1993)의 연구에 의하면 /pa/음절의 평균 반복 속도는 정상에서 6.6회이며, MSP 메뉴얼에서 제시하는 정상치는 5.89 회이다(Deliyski & Gress, 1995). 마비말장애의 교대운동속도를 비교한 선행 연구(Nishio & Niimi, 2006; Portnoy & Aronson, 1982; Wang et al., 2004)에 의하면 마비말장애의 평균 반복 속도는 정상보다 느리다고 하였다. 본 연구에서는 경직형 집단과 정상 집단의 교대 운동을 비교한 결과, 경직형 집단의 교대 운동의 평균 반복 속도는 3.83 회로 정상 집단의 6.15 회보다 느렸으며 이러한 결과는 선행 연구 결과와 일치하였다.

Lundy 등(2004)의 연구에 의하면 마비말장애의 교대운동을 비교한 결과 경직형 마비말장애인 근위축성 측삭 경화증(ALS)에서 음절의 반복 속도가 유의미하게 낮았으며, 음절 반복의 규칙성을 나타내는 DDKsdp의 값이 유의미하게 높아 음절 반복의 불규칙성이 증가하였다고 한다. 또한 음절

의 강도에서도 유의미하게 감소하였으며, 음절 반복 동안의 음절 강도의 변화(DDKsdi)도 증가하였다고 한다. 본 연구에서도 음절 반복의 규칙성을 나타내는 DDKsdp의 값은 정상 집단보다 높아 불규칙성이 비정상적으로 증가하였으며, DDKjit도 정상 집단 보다 유의미하게 높아 음절을 반복하는 동안 불규칙적인 속도의 변화를 나타냈다. 또한 음절 반복 동안의 음절 강도는 경직형 집단이 약 2.5 dB 정도 낮았고, DDKsdi는 정상 집단보다 유의미하게 높아 강도의 변화가 증가하였다. 이와 같이 음절의 반복 속도와 규칙성은 발성과 호흡 그리고 조음 기관의 협응을 필요로 하는데 경직형 마비말장애는 말 산출 관련 근육의 약화나 위축으로 말 운동 속도가 저하되었다는 것을 알 수 있었다.

느린 음절 반복 속도는 음절의 길이나 음절 사이의 휴지(pause) 길이 또는 양쪽 모두와 관련이 있기 때문에 이를 분석함으로써 말 운동 조절의 어려움을 알 수 있다. Ozawa 등(2001)은 음절 길이나 휴지 길이를 분석하여 경직형 마비말장애와 실조형 마비말장애의 감소된 교대운동 반복의 특징적인 차이를 제시하였다. 이들 연구에 의하면 마비말장애 집단이 정상 집단보다 /pa/의 평균 음절 길이의 값이 더 높아 음절의 길이가 길었다고 한다. 음절 길이와 휴지 길이를 비교 했을 때 경직형 집단은 음절 길이가 휴지 길이에 비해 길었으며 실조형 집단은 휴지 길이가 음절 길이에 비해 길었다고 한다. 또한 음절 반복에 대한 평균 CV 음절 길이와 음절과 음절 사이의 휴지 길이에 관한 선행 연구(Kent et al., 1999; Portnoy & Aronson, 1982; Wang et al., 2004; Ziegler & von Cramon, 1986)에서도 정상 집단에 비해 마비말장애 그룹이 더 길었다고 하였다. 본 연구에서도 정상 집단에 대한 평균 음절 길이(75.8 ms)보다 경직형 마비말장애 집단에서의 평균 음절 길이(146.2 ms)가 유의미하게 길었으며, 경직형 집단의 음절 길이는 최대 241.85 ms에서 최소 78.19 ms까지 차이가 크게 나타났다. 이와 같이 음절의 길이가 길다는 것은 조음기관의 조절이 느리다는 것을 알 수 있으며, 이러한 음절 길이의 분석을 통해 청지각적인 평가에서 얻을 수 없는 정보를 제공 받을 수 있을 것이다.

정상적인 교대운동은 모음 분절에 대해 지속적으로 발생하는 최대 에너지와 함께 시간적, 에너지 모두에서 안정적이고 규칙적인 패턴을 갖는다. 그러나 음절의 평균반복속도가 느리고 음절의 길이가 길면 시간적인 양상과 최대 에너지는 일련의 반복 내에서 불규칙적이 된다. Tjaden & Watling(2003)에 의하면 마비말장애 그룹의 평균 최대 에너지와 최소 에너지는 정상 그룹보다 작아 유의한 차이가 있으며, 교대운동속도 과제에 에너지는 정상 집단으로부터 마비말장애 집단을 구별하는데 유용하다고 하였다. 본 연구에서도 마비말장애 집단의 평균 에너지는 43.81 dB로 정상 집단의 50.87 dB보다 작았으며, 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다. 또한 최대 에너지와 최소 에너지는 정상 집단보다 작았으며, 이들 사이의 범위도 경직형 집단은 24.51 dB~62.45 dB로, 정상 집단의 33.31 dB~65.15 dB에 비해 차이가 크게 나타나 선행 연구 결과와 일치하였다(Wang et al., 2004; Ziegler & Cramon, 1986). 이와 같이 에너지의 감소는 비정상적인 후두 벨브의 작용과 호흡 공급의 감소로 추정된다.

최대발성시간은 호흡 및 발성 체계의 이상을 평가하는 것으로 발성 지속의 최대 수행 능력을 측정하며 성문 호기가 효율적으로 음성의 음원으로 변환되는가를 정량적으로 추정 할 수 있다(Sawashima, 1966). 본 연구에서는 경직형 집단이 4.80 초로 정상 집단의 11.2 초에 비해 짧고, 두 집단 간에 유의한 차이가 있었는데 이는 호흡 근육의 약화나 경직으로 말을 산출하는데 필요한 호

흡의 공급이 감소되어 나타난 것으로 보인다. 이러한 결과는 정상 집단에 비해 경직형 마비말장애의 최대발성시간이 짧았다는 선행 연구(Wit et al, 1993, 1994) 결과와 일치한다.

마비말장애에서 음성 장애는 일반적이므로 음향학적인 상관관계를 확인하는 것이 중요하다(Duffy, 2005). 기본 주파수는 음질의 지각에 효과적이며, 후두의 기능과 해부학적인 상태를 평가하는데 중요한 파라미터이다. 기본 주파수의 표준편차인 sdFo는 값이 높을수록 음성의 비정상성이 높고, jitter는 음도 변이의 규칙성을 나타내며 거친 음성과 상관관계가 있다(Wendahl, 1966).

Schalling, Hammarberg, & Hartelius(2007)에 의하면 마비말장애 환자의 sdFo는 정상 집단 보다 유의하게 증가되었으며 음도 변화는 정상에 비해 높게 나타났다고 한다.

Hollien, Michel & Doherty(1973)에 의하면 정상 성인의 평균 jitter 값은 0.5-1.0% 이하라고 하였다. 본 연구에서 기본 주파수 범위는 경직형 집단이 130.19 Hz~175.9 Hz로, 정상 집단의 156.48 Hz~179.4 Hz에 비해 차이가 크게 나타났으며, sdFo는 정상 집단에 비해 유의미하게 높았다. 또한 jitter와 vFo도 경직형 집단이 3.49%, 4.71%로 정상 집단에 비해 유의미하게 높았으며, MDVP 메뉴얼(Kay Elemetrics, 1993)에서 제시하는 정상 수치 1.04%, 1.10%보다 높았다. 이러한 결과는 연장 발성 동안 기본 주파수의 불안정성이 증가되었다는 것을 나타내며, 음도 조절의 어려움과 관계가 있다. 따라서 경직형 마비말장애는 후두 근육의 약화로 인해 후두의 조절을 일정하게 유지하지 못하고, 호기를 일정한 힘으로 내보낼 수 없어 진동이 불규칙해진 것으로 보인다.

음성 강도의 규칙성을 평가하는 shimmer는 기식성과 상관관계가 있다(Dejonckere et al, 1998; Wendahl, 1966). 본 연구에서 shimmer와 vAm은 경직형 집단이 7.69%, 20.73%으로 정상 집단의 2.81%, 11.75%에 비해 유의미하게 높았으며, MDVP에서 제시한 shimmer 정상 수치인 3.81%보다 높았다. 이와 같이 강도는 호흡 기관과 후두 조절의 협응에 의해 이루어지는데 경직형 마비말장애는 신경계의 손상으로 호흡근의 조절이 어려워 호흡의 약화와 후두 근육의 불협응에 의해 소리를 내므로 불규칙성이 비정상적으로 높게 나타난 것으로 보인다.

소음 관련 파라미터인 NHR은 거친 음성의 예측도로 비정상적인 음성은 가장 큰 소음 수준을 나타낸다. McHenry(2000)에 의하면 뇌외상 환자의 음성을 분석한 결과 VTI와 NHR에서 비정상적인 값이 나타났다고 한다. 그러나 Kent 등(2003)에 의하면 파킨슨 질환과 같은 저운동형 마비말장애에서는 NHR, VTI, SPI의 값이 비정상적인 경우는 드물다고 하며, 일측성 상부 운동 신경형 마비말장애의 경우도 소음 관련 파라미터에서 비정상적인 변화가 없었다고 한다. 본 연구에서 NHR은 경직형 집단이 0.21로 MDVP 메뉴얼에서 제시하는 정상 수치 0.19보다 높았다. 이러한 결과에서 경직형 마비말장애는 호흡과 후두 조절 능력에 어려움이 있다는 것을 알 수 있었다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 모음의 연장 발성과 교대 운동의 음향학적인 분석을 통해 경직형 마비말장애 환자의 조음기관 운동의 협응 능력, 호흡과 후두의 조절 능력에 관한 음향학적인 특징을 비교 분석하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 음질의 교대운동 속도(DDKavr), 교대운동 주기의 표준 편차(DDKsdp)와 교대운동 주기의 변

화(DDKjit), 음절 강도(DDKsla)와 강도의 표준 편차(DDKsdi)는 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다.

둘째, 경직형 집단의 음절 길이는 길었고, 평균 에너지는 작았으며 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다.

셋째, 최대발성시간은 경직형 집단이 짧았으며, 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다.

넷째, SdFo와 주파수 변이인 jitter, vFo는 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다.

다섯째, 강도 변이인 shimmer, vAm과 소음 관련 파라미터인 NHR은 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면 경직형 마비말장애는 조음기관의 운동 협응 능력이 떨어져 교대운동 속도가 느리고 불규칙적이며, 음절의 길이가 길었다. 또한 호흡과 후두의 조절 능력의 저하로 에너지의 감소와 음질의 변화가 있었다. 따라서 교대 운동과 발성에 관한 음향학적 파라미터들의 평가는 경직형 마비말장애의 말 특성을 반영하는데 유용하며 중증도와 치료 프로그램을 결정하는데 많은 정보를 줄 것이다.

향후 연구에서는 경직형 마비말장애 연구 결과의 타당성을 위해 많은 수를 대상으로 하여 정량적인 지침을 만들어야 할 것이며, 다른 유형의 마비말장애와 구별할 수 있도록 여러 유형의 마비말장애와 비교 분석하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

- 김현기, 김완호, 서정환, 홍기환, 신호근, 고도홍. 1998. "마비성 조음장애의 임상적 양상에 관한 고찰." *음성과학* 3, 38-49.
- 황보명, 정옥란, 강수균. 2002. "경직형 마비성 구어장애 환자의 음절교호운동율." *언어치료연구* 77-88.
- Darley, F. L., Aronson, A. E. & Brown, J. R. 1975. *Motor Speech Disorders*. Philadelphia: Saunders.
- Dejonckere, P. H., Remacle, M., Fresnel-Elbaz, E., Woisard, V., Crevier, L. & Millet, B. 1998. "Reliability and clinical relevance of perceptual evaluation of pathological voices." *Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie* 119, 247-248.
- Deliyski, D. D. & Gress, G. D. 1995. Characteristics of Motor Speech performance: Normative Data: Motor Speech Profile." NJ: Kay Elemetrics.
- Duffy, J. R. 2005. *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis and Management (2nd ed)*. St Louis: Mosby.
- Hollien, H., Michel, J. & Doherty, E. T. 1973. "A method for analyzing vocal jitter in sustained phonation." *Journal of Phonetics* 1, 85-91.
- Kay Elemetrics. 1993. Multi-Dimensional Voice Program (MDVP). NJ: Author.
- Kent, R. D., Duffy, J., Kent, J. F., Vorperian, H. K. & Thomas, J. E. 1999. "Quantification of motor speech abilities in stroke: Time-energy analyses of syllabic and word repetition." *Journal of Medical Speech-Language Pathology* 7, 83-90.
- Kent, R. D., Kent, J. F., Duffy, J. R., Thomas, J. E., Weismer, G. & Stuntebeck, S. 2000. "Ataxic dysarthria." *Journal of Speech-Language and Hearing Research* 43, 1275-1289.
- Kent, R. D., Vorperian, H. K., Kent, J. F. & Duffy, J. R. 2003. "Voice dysfunction in dysarthria:

- Application of the Multi-Dimensional Voice Program™.” *Journal of Communication Disorders* 36, 281-306.
- Lundy, D. S., Roy, S., Xue, J. W., Casiano, R. R. & Jassir, D. 2004. “Spastic/ spasmodic vs. tremulous vocal quality: Motor speech profile analysis.” *Journal of Voice*, 18, 146-152.
- Nishio, M. & Niimi, S. 2001. “Speaking rate and its components in dysarthric speakers.” *Clinical Linguistics & Phonetics* 15, 309-317.
- Nishio, M. & Niimi, S. 2006. “Comparison of speaking rate, articulation rate and alternating motion rate in dysarthric speakers.” *Folia Phoniatica et Logopaedica* 58, 114-131.
- McHenry, M. 2000. “Acoustic characteristics of voice after severe traumatic brain injury.” *The Laryngoscope* 110, 1157-1161.
- Ozawa, Y., Shiromoto, O., Ishizaki, F. & Watamori, T. 2001. “Symptomatic differences in decreased alternating motion rates between individuals with spastic and with ataxic dysarthria: An acoustic analysis.” *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 53, 67-72.
- Portnoy, R. A. & Aronson, A. E. 1982. “Diadochokinetic syllable rate and regularity in normal and in spastic and ataxic dysarthric subjects.” *Journal of Speech and Hearing Disorders* 47, 324-328.
- Sarno, M. T., Buonaguro, A. & Levita, E. 1986. “Characteristics of verbal impairment in closed head injury patients.” *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 67, 400-405.
- Sawashima, M. 1966. “Measurements of the phonation time.” *Japanese Journal of Logopedics Phoniatics*, 7, 23 -29.
- Schalling, E., Hammarberg, B. & Hartelius, L. 2007. “Perceptual and acoustic analysis of speech in individuals with spinocerebellar ataxia.” *Logopaedics Phoniatics Vocology* 32, 31-46.
- Tjaden, K. & Watling, E. 2003. “Characteristics of Diadochokinesis in Multiple Sclerosis and Parkinson’s Disease.” *Folia Phoniatica et Logopaedica* 55, 243-259.
- Wang, Y. T., Kent, R. D., Duffy, J. R., Thomas, J. E. & Weismer, G. 2004. “Alternating motion rate as an index of speech motor disorder in traumatic brain injury.” *Clinical Linguistics & Phonetics* 18, 57-84.
- Warlow, C. P., Dennie, M. S. van Gijn, J., Hankey, G. J., Sandercock, P. A. G., Bamford, J. G., et al. 1996. *Stroke: A Practical Guide to Management*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Wendahl, R. W. 1966. “Laryngeal analog synthesis of jitter and shimmer: Auditory parameters of harshness.” *Folia Phoniatica et Logopaedica* 18, 98-108.
- Westbury, J. R. & Dembowski, J. 1993. “Articulatory kinematics of normal diadochokinetic performance.” *Annual Bulletin of the Research Institute of Logopedics and Phoniatics* 27, 13-36.
- Wit, J., Maassen, B., Gabreels, F. J. & Thoonen, G. 1993. “Maximum Performance tests in Children with developmental Spastic dysarthria.” *Journal of Speech and Hearing Research* 36, 452-459.
- Wit, J., Maassen, B., Gabreels, F. J. & Thoonen, G., de Swart, B. 1994. “Traumatic versus perinatally acquired dysarthria: Assessment by means of speech-like maximum performance tasks.” *Developmental Medicine and Child Neurology* 36, 221-229.
- Yorkston, K. M., Strand, E. A. & Kennedy, M. R. T. 1996. “Comprehensibility of dysarthric speech: Implications for assessment and treatment planning.” *American Journal of Speech and Language Pathology* 5, 55-66.
- Ziegler, W. & von Cramon, D. Y. 1986. “Spastic dysarthria after acquired brain injury: An acoustic study.” *British Journal of Disorders of Communication* 21, 173-187.

접수일자: 2008. 10. 27

수정일자: 2008. 11. 25

게재결정: 2008. 12. 9

▲ 김숙희

전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

전북대학교 대학원 임상언어병리학과 (우: 561-756)

Tel: +82-63-859-1644

E-mail: childst@naver.com

▲ 김현기

전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

전북대학교 대학원 임상언어병리학과 (우: 561-756)

Tel: +82-63-270-4325

E-mail: paul3196@naver.com