

마비말장애 환자의 혀의 강도 · 운동범위와 말명료도에 관한 연구

Tongue Strength, Range of Motion, and Speech Intelligibility in Dysarthric Speakers

이경하* · 심현섭** · 김향희***

Kyung-ha Lee · Hyun-sub Sim · Hyang-hee Kim

ABSTRACT

The purpose of the present study were (1) to assess differences in tongue performances and speech intelligibility between normal and dysarthric speakers; and (2) to analyze the possible interrelationships between tongue strength, range of motion, and speech intelligibility in dysarthric patients. In order to measure maximum strength of anterior and lateral tongue strength, a force transducer has been designed. And a ruler was used for gauging range of motion. "Word intelligibility test" was administered to each group. The results were analyzed by a quantitative statistical method(*t* test, Pearson product-moment correlation, and one-way ANOVA). The results were as follows; (1) dysarthric speakers showed significantly poorer performance than the normal in the tongue strength, range of motion, and speech intelligibility tasks; (2) the correlation between speech intelligibility and instrumental tongue performance was high in the dysarthric group; and (3) instrumental assessment was coincide with perceptual judgement of dysarthric tongue performance. The present investigation demonstrated that tongue weakness is causally related to articulation deficits in dysarthric. The clinical use of the force transducer would help a speech pathologist to quantify the degree of tongue weakness.

Keywords: Dysarthria, Speech intelligibility, Tongue, Strength, Range of motion(ROM)

1. 서론

정상적인 발화를 위해서는 호흡, 발성, 공명, 조음, 운율 등을 담당하고 있는 여러 발화하부체계(speech subsystems)의 구조가 정상적인 상태에 있어야 하며 이 기관들의 기능이 조화롭게 이루어져야 가능하다. 마비말장애(dysarthria)는 중추 혹은 말초신경계 손상으로 말 산출기계(speech mechanism)에서 근육 조절 장애가 일어나 근육의 운동 능력이 약화되거나 속도가 느려지게 되고 협응이 되지 않는 말장애를 말한다(Darley, Aronson & Brown, 1969, 1975; Duffy, 1995).

* 건국대학교병원 재활의학지원팀

** 이화여자대학교 특수교육학과 및 언어병리학 협동과정

*** 연세대학교 의과대학 재활의학교실

마비말장애를 진단하는 방법으로는 구어과제에서 이루어지는 말 평가와 비구어과제인 구강운동 기능 평가가 있다. 비구어적과제 평가는 구강안면기관 즉 입술, 혀, 볼, 턱, 연구개의 운동범위, 힘의 크기, 대칭성, 근긴장도, 속도, 정확도 등을 평가하게 된다(Solomon & Robin, 2000). 혀의 기능을 평가하는 방법인 혀가 누르는 강도(strength)와 혀가 왼쪽, 오른쪽, 위, 아래로 움직이는 운동범위(Range of Motion: ROM)를 측정하는 방법을 통해 혀 근육의 약화 정도를 알 수 있다. 이러한 평가 방법에 있어 임상현장에서 주로 시지각적인 방법을 이용하고 있으므로 신뢰도와 정확성에 논란이 있었다(Dworkin & Aronson, 1986, Gerratt et al., 1991). 따라서 기기를 사용한 객관적인 측정방법으로 혀의 강도와 운동범위를 평가해 마비말장애 환자의 혀 근육 약화 정도를 판단하고 이를 임상현장에 적용하는 것이 필요하다.

말명료도(speech intelligibility)는 마비말장애 환자의 구어적 평가 방법으로 의사소통의 효율성 즉, 의사소통의 성공 정도를 반영하는 지표이다. 말명료도는 조음, 호흡, 공명, 발성 등의 말 산출에 필요한 모든 요소들을 반영하는 측정치로 조음정확도와 높은 상관관을 보인다(윤미선, 1998). 따라서 혀의 약화와 말명료도 평가 간의 관계를 통해 조음 오류를 보이는 마비말장애인의 특징을 살펴볼 수 있다.

지금까지 그 중요성에도 불구하고 혀의 강도·운동범위와 우리말을 대상으로 한 말명료도 간의 연구가 이루어지지 않았으므로 본 연구에서는 혀의 기능을 나타내는 측정값인 혀의 강도·운동범위가 얼마나 말명료도를 예측할 수 있는지를 분석하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

마비말장애 피검자는 평가자가 시지각적 평가 방법을 통해 5점 척도로 평가했을 때 mild에서 severe까지 마비말장애를 보이는 평균 연령 64 세인 성인 20 명(남자 13 명, 여자 7 명)을 대상으로 하였다. 피검자의 진단명을 살펴보면 왼쪽 뇌병변인 경우 9 명으로 혀를 내밀게 했을 때 혀가 오른쪽으로 치우친 환자는 8 명, 혀의 치우침이 없는 경우는 1 명이였다. 오른쪽 뇌병변인 경우는 11 명으로 혀가 왼쪽으로 치우친 환자는 7 명, 혀의 치우침이 보이지 않는 경우는 4 명이였다. 정상 피검자는 신경학적 병력이 없고 정상적인 청력과 말을 산출하는 집단으로 구성하였다. 정상 피검자는 남자 13 명, 여자 7 명 모두 20 명이며, 연령은 마비말장애 피검자의 평균 연령인 64 세와 동일하게 구성하였다.

2.2 도구

혀의 강도를 측정한 로드셀 모델명은 CASA BCL-3L이며, LED는 CI-1010A digital indicator이다(부록 1 참조). 혀의 운동범위를 측정하기 위해서 혀를 왼쪽으로 최대한 내밀었을 때를 표시하고, 다시 오른쪽으로 최대한 내밀었을 때를 표시해서 두 표시점을 연결해서 줄자로 측정한다. 같은 방법으로 혀를 위로 최대한 내밀었을 때를 표시하고, 다시 아래로 최대한 내밀었을 때를 표시해서 두 표시점을 연결해 줄자로 측정한다. 단위는 mm로 한다. 말명료도는 초성의 복합대조, 상관속, 조음

장소대조와 중성의 복합대조로 제작된 일음절 낱말 대조 명료도 검사를 이용한다. 환자의 발화는 디지털 녹음기(Sony model: MZ-N910)에 미니디스켓(Sony의 neige74)을 사용하였다. 마이크는 Sony ECM -DS70P를 사용했으며, 마이크와 검사대상자 입과의 거리는 약 20 cm로 하였다.

2.3 연구절차

모든 피검자들은 혀의 강도 기구의 사용 전에 지시사항을 받았다. 혀의 앞쪽 · 왼쪽 · 오른쪽 외측의 혀의 강도를 재기 위해 각 3번의 시도를 하였다. 일정한 음을 들으면 피험자들은 기구에 대해 가능한 한 가장 강한 힘으로 3초 이상 압력을 유지하고 혀를 누르도록 하였다. 혀의 운동범위 측정을 위해서는 혀를 한쪽으로 먼저 최대한 멀리 움직이도록 한 후 표시하였다. 다음으로 다른 쪽으로도 같은 방법으로 실시하였다. 좌우, 상하 모두 3회 실시하였고, 그 중 가장 길게 측정된 값을 표시하였다. 피드백을 주기 위해 각 시도 후에 피검자에게 측정값을 말해주거나 보여주었다. 말명료도 평가는 정상 피검자와 마비말장애 피검자를 대상으로 하여 일음절 낱말명료도 검사(김수진, 2001)를 실시하였다. 한 장에 한 낱말씩 배치된 46개의 문항을 피검자에게 읽도록 하였다. 5초에 한 개씩의 자극낱말을 제시하였다. 각 피검자의 말명료도를 측정하기 위해, 5명의 언어병리학 전공자가 말 자극을 듣고 평가하도록 하였다. 자극을 제시하는 방법은 두 개씩 대조를 이루는 낱말을 한번에 들려주고 약 15초간 평가할 수 있는 시간을 주었다. 평가자들은 두 개 혹은 세 개의 연속된 대조낱말 쌍을 듣고, 순서대로 들은 낱말을 선택하여 표시하였다. 답을 선택하여 표시한 후에는 6점 척도상에 명료한 정도를 각각 평정하도록 하였다. 평가자 내 신뢰도를 평가하기 위해 김수진(2001) 연구에서와 마찬가지로 30%의 낱말을 한 번씩 더 평가하게 하였으며 .8 이하의 일치도를 보이는 평가자의 자료는 배제하였다.

2.4 자료의 통계적 처리

연구대상인 두 집단 간 혀의 강도, 혀의 운동범위와 말명료도의 수행력에 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 t 검정을 실시해 집단별로 비교, 분석하였다. 두 집단내 혀의 강도 · 운동범위와 말명료도 간의 상관관을 알아보기 위해서는 Pearson 상관계수를 이용하였다. 또한, 마비말장애 집단 내에서 시지각적 평가 방법을 이용해 혀의 강도와 운동범위를 평가한 결과와 기기를 사용한 평가 방법 간의 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해 one-way ANOVA를 사용하였다.

3. 연구 결과

3.1 혀의 위치에 따른 두 집단 간의 혀의 강도 비교

정상집단과 마비말장애 환자 집단 간 혀의 앞쪽, 오른쪽 외측, 왼쪽 외측 강도 간에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였다. 그 결과, 혀의 모든 위치에서 두 집단 간에 유의한 차이가 있음이 나타났다(표 1, 표 2, 표 3).

표 1. 혀의 앞쪽 강도에 대한 기술통계 및 t 검정 결과

측정치	집단	평균	표준편차	t
혀의 앞쪽 강도	마비말장애집단	184	147.4	-17.071*
	정상집단	2171	486.8	

*p < .05

표 2. 혀의 오른쪽 외측 강도에 대한 기술통계 및 t 검정 결과

측정치	집단	평균	표준편차	t
혀의 오른쪽 외측 강도	마비말장애집단	154	135.6	-16.270*
	정상집단	1568	355.6	

*p < .05

표 3. 혀의 왼쪽 외측 강도에 대한 기술통계 및 t 검정 결과

측정치	집단	평균	표준편차	t
혀의 왼쪽 외측 강도	마비말장애집단	156	137.9	-16.015*
	정상집단	1397	310.9	

*p < .05

즉, 마비말장애 집단과 정상집단을 대상으로 혀의 앞쪽·오른쪽 외측·왼쪽 외측 강도를 측정한 결과, 각 위치 모두에서 두 집단 간에 유의한 차이가 있음이 나타났다. 이는 마비말장애 집단의 경우 정상집단에 비해 혀의 앞쪽·오른쪽 외측·왼쪽 외측 모두에서 혀의 약화를 보인 결과이다(그림 1).

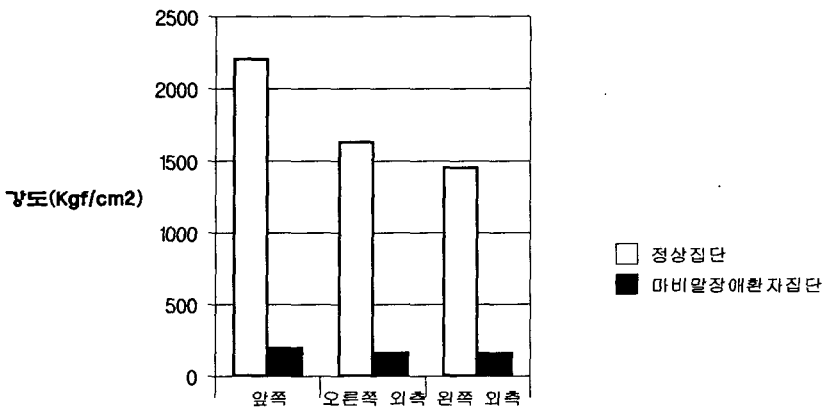


그림 1. 두 집단간 혀의 위치에 따른 강도 비교

3.2 혀의 좌우, 상하 운동범위에서의 집단 간 길이 비교

혀를 최대한 왼쪽과 오른쪽으로 밀었을 때 가장 길게 측정된 길이인 혀의 좌우 운동범위를 정상 집단과 마비말장애 집단 간 비교하였다. 독립표본 *t* 검정 결과, 두 방향의 길이 모두에서 두 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(표 4, 표 5).

표 4. 혀의 좌우 운동범위에 대한 기술통계 및 *t* 검정 결과

측정치	집단	평균	표준편차	<i>t</i>
좌우 운동범위(mm)	마비말장애집단	35	1.6	-8.885*
	정상집단	75	1.2	

**p* < .05

표 5. 혀의 상하 운동범위에 대한 기술통계 및 *t* 검정 결과

측정치	집단	평균	표준편차	<i>t</i>
상하 운동범위(mm)	마비말장애집단	23	1.2	-9.206*
	정상집단	56	1.1	

**p* < .05

3.3 명료도 평정치, 오류율과 두 집단 간 비교

일음절말명료도 검사에서, 마비말장애 집단과 정상집단의 명료도 평정치와 오류율을 측정하였다. 그 결과, 명료도 평정치에 대한 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의하였다(*t* = -8.332, *p* < .05). 또한, 오류율에 대한 두 집단 간 차이도 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(*t* = 9.807, *p* < .05). 그 결과는 표 6에 제시하였다.

표 6. 명료도 평정치와 오류율에 대한 기술통계 및 *t* 검정 결과

측정치	집단	평균	표준편차	<i>t</i>
명료도 평정치	마비말장애집단	3.3	1.2	-8.332*
	정상집단	5.8	0.6	
오류율	마비말장애집단	23.3	7.6	9.807*
	정상집단	1.9	1.2	

**p* < .05

3.4 마비말장애 집단의 혀의 강도, 혀의 운동범위와 말명료도 간 비교

3.4.1 혀의 위치에 따른 강도와 명료도 평정치 비교

마비말장애 집단의 혀의 위치에 따른 강도와 명료도 평정치를 비교하기 위해 Pearson 상관계수를 사용했다. .01의 유의수준에서 혀의 앞쪽 강도는 .81로 명료도 평정치와 가장 높은 상관관계를 보였다. 오른쪽 외측, 왼쪽 외측 강도도 높은 상관관계를 보였다(표 7).

표 7. 명료도 평정치와 혀의 위치에 따른 강도 간 비교

	혀의 앞쪽	혀의 오른쪽 외측	혀의 왼쪽 외측	명료도 평정치
혀의 앞쪽		.96**	.94**	.81*
혀의 오른쪽 외측			.99**	.76**
혀의 왼쪽 외측				.74**

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

3.4.2 혀의 위치에 따른 강도와 오류율 간 비교

혀의 위치에 따른 강도와 오류율 간의 관계를 Pearson 상관계수를 사용해 살펴보았다. 그 결과, .05의 유의수준에서 혀의 앞쪽, 오른쪽 외측, 왼쪽 외측의 강도 모두 오류율과 유의한 상관관계를 보였다. 그러나 표 7과 비교해 보면, 오류율은 명료도 평정치와의 상관관계 보다 혀의 각 위치에 따른 강도와 낮은 상관관계를 보였다(표 8).

표 8. 오류율과 혀의 위치에 따른 강도 간 비교

	혀의 앞쪽	혀의 오른쪽 외측	혀의 왼쪽 외측	오류율
혀의 앞쪽		.96**	.94**	-.56*
혀의 오른쪽 외측			.99**	-.54*
혀의 왼쪽 외측				-.54*

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

3.4.3 혀의 좌우·상하 운동범위와 명료도 평정치 간 비교

마비말장애 집단의 혀의 좌우·상하 운동범위와 명료도 평정치를 비교하기 위해 Pearson 상관계수를 사용한 결과, .01의 유의수준에서 혀의 좌우 운동범위는 .89, 혀의 상하 운동범위는 .84로 명료도 평정치와 높은 상관관계를 보였다(표 9).

표 9. 명료도 평정치와 혀의 좌우·상하 운동범위 간 비교

	혀의 좌우 운동범위	혀의 상하 운동범위	명료도 평정치
혀의 좌우 운동범위		.91**	.89**
혀의 상하 운동범위			.84**

** $p < .01$

3.4.4 혀의 좌우 · 상하 운동범위와 오류율 간의 상관관계

혀의 좌우 · 상하 운동범위와 오류율 간 관계를 알아보기 위해 Pearson 상관계수를 이용한 결과, .01의 유의수준에서 혀의 좌우 운동범위는 .79, 혀의 상하 운동범위는 .62로 명료도 평정치와 높은 상관관계를 보였다(표 10).

표 10. 오류율과 혀의 좌우 · 상하 운동범위 간 비교

	혀의 좌우 운동범위	혀의 상하 운동범위	오류율
혀의 좌우 운동범위		.91**	.79**
혀의 상하 운동범위			.62**

** $p < .01$

3.5 시지각적 평가 방법과 기기를 사용한 평가 방법 간의 비교

마비말장애 집단 내에서 평가자가 시지각적 평가 방법을 이용해 환자의 혀의 강도와 운동범위를 평가한 결과와 기기를 사용한 평가 방법 간의 유의미한 차이가 있는지를 분산분석을 이용해 살펴보았다. 그 결과, 혀의 앞쪽($F=84.954, p < .05$) · 오른쪽 외측($F=20.079, p < .05$) · 왼쪽 외측($F=21.892, p < .05$) 강도에서 모두 시지각적 평가 방법과 기기를 사용한 평가 방법 간의 통계적으로 유의미한 차이가 있었으며, 혀의 좌우($F=10.326, p < .05$) · 상하($F=11.504, p < .05$) 운동범위에서도 유의미한 차이가 나타났다. 또한, 말명료도($F=9.391, p < .05$)와 오류율($F=3.387, p < .05$)도 시지각적 평가 방법과 유의미한 차이가 있었다. 혀의 강도 · 운동범위를 시지각적으로 평가한 방법과 말명료도와 오류율 간의 상관관계를 Pearson 상관계수를 이용해 살펴보았다. 그 결과, .01 유의 수준에서 혀의 강도 · 운동범위의 시지각적 평가 방법도 모두 말명료도, 오류율과 높은 상관관계를 보이는 것으로 나타났다(표 11).

표 11. 혀의 강도 · 운동범위의 시지각적 평가와 말명료도 간의 상관관계

	말명료도	오류율
혀의 강도 시지각적 평가	.79**	.59**
혀의 운동범위 시지각적 평가	.57**	.45**

** $p < .01$

4. 결론 및 논의

마비말장애 환자 평가의 주된 목적은 정확한 방법으로 빨리 마비말장애 환자의 병리학적인 구성요소들을 찾아 진단함으로써 이를 임상과 연구에 적용하는데 있다(Dworkin & Aronson, 1986). 마비말장애 환자에 대한 주관적 측정 방법에 비해 기기를 사용한 객관적 측정 방법은 중재를 위한 효과적인 근간이 될 수도 있으며 환자의 이해의 폭을 넓힐 수 있는 피드백으로 사용될 수도 있다고 여러 연구들이 밝히고 있다(Bunton & Weismer, 1994; Dworkin & Aronson, 1986; Langmore &

Lehman, 1994). 이에 본 연구에서는 스트레인 게이지식 로드셀 기기를 사용해 마비말장애 환자를 정상화자와 비교했을 때 혀의 강도에 있어서 어떤 양상을 보이는지 알아보려고 하였다. 그 결과, 마비말장애 환자들의 혀의 강도가 정상화자에 비해 낮게 나타났다. 이는 마비말장애 환자들이 정상화자와 달리 근육의 약화를 보이며, 그 결과 말을 산출하는데 중요한 역할을 하는 혀 근육의 약화를 가져온다는 선행 연구들(Dworkin & Hartman, 1979; Dworkin, Aronson & Mulder, 1980; Darley, Aronson & Brown, 1975)과 그 맥을 같이 한다. 또한, 혀의 좌우·상하 운동범위도 정상화자에 비해 마비말장애 화자가 보이는 혀의 기능 약화의 한 부분으로 해석할 수 있다. 이는 마비말장애 환자의 혀의 운동범위를 좌우·상하로 분류하여 움직일 수 있는 최대 범위를 산출하는 것으로 혀의 약화를 나타낼 수 있는 지표로 사용하고자 한다.

본 연구에서는 김수진(2001)에서 사용한 일음절 낱말 명료도 검사를 이용해 정상화자와 마비말장애화자 간의 말명료도를 측정하였으며, 명료도 평정치와 오류율 두 가지 측정치를 모두 사용하였다. 전반적인 결과에서 명료도 평정치가 오류율과 양상이 거의 일치하고 있어 선행연구(김수진, 2001)와 같은 결과를 보였다. 정상화자에 비해 마비말장애와 관련해서는 명료도를 구성하는 여러 요소 중 조음 요인이 가장 중요하다. 부정확한 조음이 나타나는 마비말장애 환자들의 경우에는 말명료도가 저하되며 오류율이 증가하는 것을 선행연구 결과들(Kent et al., 1989, 김수진, 2001)에서처럼 본 연구에서도 정상화자에 비해 저하된 말명료도를 확인할 수 있다.

본 연구 결과, 말장애 환자의 경우에 말명료도와 혀의 강도 사이에 상관관계가 나타나고 정상화자의 경우에는 말명료도와 혀의 강도 간의 상관관계를 보이지 않았다. 그리고 특히, 혀의 앞쪽 강도와 말명료도 간의 높은 상관관계를 보였다. 이는 이전 연구(Dworkin & Aronson, 1986)에서처럼 혀의 앞쪽 강도가 혀의 오른쪽 외측이나 왼쪽 외측에 비해 높은 강도를 나타낸다는 것과 관련이 있다. 즉, 혀의 앞쪽 강도는 양쪽의 외측 강도에 비해 높은 강도를 나타내 명료도와 상관관계가 높게 나타났다. 본 연구에서 혀의 외측 강도보다 혀의 앞쪽 강도가 말명료도와 더 높은 상관관계를 보인 것은 우리말에서 혀의 앞쪽 부분이 자음을 산출할 때 중요한 역할을 하는 것과 관련이 있다. 조음위치에 따라 자음을 분류하였을 때 혀의 앞부분인 설단(舌端)과 윗잇몸이 맞닿아 내는 자음을 치조음(齒槽音)이라고 하며 우리말 자음 중 ‘ㄷ, ㅌ, ㅌ, ㅅ, ㅆ, ㄴ, ㄹ’이 여기에 속한다. 또한, 조음 방법으로 분류하였을 때에도 마찰음(摩擦音)인 ‘ㅅ, ㅆ’은 혀의 앞쪽 끝과 윗잇몸 사이의 기류가 마찰을 일으키며 내는 소리이며, 유음인 ‘ㄹ’은 혀의 앞쪽 끝을 윗잇몸에 닿게 함으로써 가운데 쪽은 숨의 통로를 막고 그 양쪽으로 기류를 내보내는 소리라고 한다. 따라서 치조음, 마찰음, 유음 모두 혀의 앞부분의 역할이 중요한 자음이다(이익섭, 1997). 그 결과는 임상적으로 마비말장애 환자군의 특징을 파악하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

혀의 좌우·상하 운동범위의 경우에는 명료도 평정치, 오류율 모두 높은 상관관계를 보여, 말명료도를 예측하는데 중요한 구성요소로 사용될 수 있음을 보여주고 있다. 그리고 임상에서 많이 사용하고 있는 시지각적인 평가 방법과 본 연구에서 시도한 기기를 사용한 평가 방법 간의 비교를 통해 임상에서의 유용성에 대해서도 살펴보고자 했다. 연구 결과, 시지각적 평가 방법과 기기를 사용한 평가 방법 간의 유의미한 차이가 있었으며 이는 각 평가 방법 간 관련성과 신뢰성을 보여주었다. 또한, 시지각적 평가 방법인 혀의 치우친 방향으로 예측할 수 있는 외측 강도의 상대적 약화는 기기를 사용한 평가 방법으로 측정된 외측 강도의 결과와 일치하였다. 즉, 이러한 결과들은 환자의

약화된 혀의 기능을 임상에서 시지각적으로 판단하는 방법과 기기를 사용하는 방법 모두 마비말장애 환자를 진단하고 치료하는데 유용하게 활용될 수 있음을 보여준다.

이상으로 마비말장애 환자를 진단하고 치료하는데 기본적인 구성요소인 혀의 강도 · 운동범위를 객관적 기기를 이용해 측정하였다. 이 측정치는 마비말장애 환자의 수행력을 정상화자와 변별할 수 있도록 해주며, 말명료도를 예측하는데 중요한 역할을 한다는 점을 본 연구를 통해 고찰하였다. 이는 임상적으로 뿐만 아니라 마비말장애를 연구할 때 구체적인 기준을 확립하도록 도와줄 수 있으며 과제를 선정하는 데에도 객관적인 자료를 제공해 줄 수 있을 것으로 본다.

본 연구에서는 마비말장애 피험자 집단을 마비말장애 유형별로 분류하였을 때 나타나는 혀 기능의 수행력 차이가 고려되지 못하였으므로 후속 연구로 하위유형으로 구분하여 각 유형에 따른 혀의 기능과 말명료도와의 관계를 살펴보는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 김수진. 2001. 일음절 낱말대조 명료도 평가 방법을 이용한 마비말장애의 분절적 특성 연구: 경직형과 이완형의 비교. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤미선. 1998. 정상 및 기능적 조음장애 아동의 자음정확도와 명료도 검사방법의 비교. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 이익섭. 1997. 『국어학개설』. 서울: 학연사.
- Bunton, K. & Weismer, G. 1994. Evaluation of a reiterant force-impulse task in the tongue. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37, 1020-1031.
- Darley, F. L., Aronson, A. E. & Brown, J. R. 1969. Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12, 462-496.
- Darley, F. L., Aronson, A. E. & Brown, J. R. 1975. *Motor Speech Disorders*. Philadelphia: W. B. Saunders.
- Duffy, J. R. 1995. *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management*. St. Louis: Mosby-Year Book.
- Dworkin, J. P. & Aronson, A. E. 1986. Tongue strength and alternate motion rates in normal and dysarthric subjects. *Journal of Communication Disorders*, 19, 115-132.
- Dworkin, J. P., Aronson, A. E. & Mulder, D. W. 1980. Tongue strength in normal subjects and dysarthric patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 23, 828-837.
- Dworkin, J. P. & Hartman, D. 1979. Progressive speech deterioration and dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 60, 423-425.
- Gerratt, B. R., Till, J. A., Rosenbek, J. C., Wertz, R. T. & Boysen, A. E. 1991. Use and perceived value of perceptual and instrumental measures in dysarthria management. In C. A. Moore, K. M. Yorkston & D. R. Buekelman (Eds.). *Dysarthria and apraxia of speech: Perspectives on management*. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. F. & Rosenbek, J. C. 1989. Toward phonetic intelligibility testing in dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54, 482-499.
- Langmore, S. E. & Lehman, M. E. 1994. Physiologic deficits in the orofacial system underlying

dysarthria in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37, 28-37.

Solomon, N. P. & Robin, D. A. 2000. Strength, endurance, and stability of the tongue and hand in Parkinson's Disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(2), 256-267.

접수일자: 2005. 04. 30

게재결정: 2005. 05. 31

▲ 이경하

서울시 광진구 화양동 1번지 건국대학교병원 (우: 143-914)

건국대학교병원 재활의학지원팀

Tel: 010-3913-0131

E-mail: queenie99@hanmail.net

▲ 심현섭

서울시 서대문구 대현동 11-1 (우: 120-750)

이화여자대학교 특수교육학과 & 언어병리학 협동과정

Tel: +82-2-3277-3538

E-mail: simhs@mm.ewha.ac.kr

▲ 김향희

서울시 서대문구 신촌동 134번지 (우: 120-752)

연세대학교 의과대학 재활의학교실 교수

Tel: +82-2-361-7357, Fax: +82-2-6748-7578

E-mail: hkim@yumc.yonsei.ac.kr

부록 1. 스트레인 게이지 로드셀과 LED

