

# 후천적 신경손상으로 인한 마비성 구어장애자들의 마찰음 /s/에 대한 음향학적 연구

박희정, 신혜정, 정옥란, 석동일  
대구대학교 언어치료학과

## An Acoustical Analysis of /s/ in the Speech of Dysarthric Speakers

Hee-Jung Park, Hye-Jung Shin, Ok-Ran Jeong, Dong-Il, Seok  
E-mail : hjpark-02@hanmail.net, hjshin23@hanmail.net, oj@deagu.ac.kr, diseok@deagu.ac.kr

### I. 서론

#### Abstract

The purpose of this study was to compare acoustic differences of fricative /s/ between the dysarthric subjects and normal subjects. In addition, the subjects' speeches were evaluated in terms of word intelligibility containing /s/ and perceptual severity. Acoustic parameters were duration, peak frequency and intensity of /s/. The results showed that the first peak frequency and intensity of /s/ were significantly different between dysarthric subjects and normal subjects. Second, perceptual parameters were significantly different between dysarthric subjects and normal subjects. The Pearson correlation coefficient was used to determine the relationship between the acoustical and perceptual data. The results showed that there was a strong correlation between perceptual parameters and peak frequency of /s/.

뇌졸중, 교통사고와 같은 외상, 바이러스 감염, 종양 등의 원인으로 인한 중추신경계 및 말초신경계의 손상은 구어산출에 전반적인 혹은 부분적인 영향을 미칠 수 있다. 이러한 신경계의 손상은 구어의 기본적인 요소인 호흡, 발성, 공명, 조음, 운율 등의 구어메카니즘에서 근육 통제의 문제를 야기시켜 구어 속도, 강도, 범위, 협응, 조음 정확성 등의 문제를 발생하는 전반적인 장애를 일으키는 마비성 구어장애(dysarthria)의 원인이 될 수 있다.

dys(장애의)-arthr(발음하다)-ia(병)이라는 용어는 마비성 호흡-발성-공명-조음장애 환자가 지닐 수 있는 여러 속성들을 이해하는데 간혹 적합하지 않을 수 있으나 조음장애의 분포율이 높고 그 용어의 길이가 짧다는 이유로 쓰여지고 있다(김향희, 1996). Darley(1969)은 마비성 구어장애는 중추 및 말초 신경계의 손상에 의한 조음기관이 근조절에 장애를 입은 결과로 발생하는 조음장애의 총칭이라고 하였다. 마비성 구어장애(dysarthria)는 Mayo clinic의 감별법에 의해 이완성(flaccid), 경직성(spastic), 실조성(atactic), 과긴장성(hypokinetic), 저긴장성(hyperkinetic), 혼합형(mixed)으로 분류하고 있다(김현기 외, 1997). 이러한 임상적 유형 모두는 운동(movement) 차원에서 운동력, 운동범위, 운동속도가 감소되거나 운동방향의 부정확성 및 운동 조절의 불규칙성과 부정확성을 보이게 된

다(황보명 외, 2000). Kent(1998) 등은 다양한 형태의 마비성 구어장애의 운동 구어 수행력에 대해 심도있게 연구하였다.

마비성 구어장애자들은 신경근육 조절의 손상으로 인하여 구어의 명료도에 영향을 받을 수 있다. 특히, 혀 내부근육의 조절에 어려움을 겪고 있는 마비성 구어장애자들은 설단(tongue blade)의 형태와 위치에 좀더 섬세한 움직임을 요구하는 /s/음에 오류를 많이 나타낸다. Platt(1980)은 마비성 구어장애자들은 다른 자음에 비하여 /s/를 /z/로 대치하는 비율이 높다고 하였다.

최근의 연구들은 마비성 구어장애자들의 조음과 정상화자의 조음에 대한 음향학적인 평가와 지각적인 평가에 대한 필요성을 언급하고 있다(Roy, 2001). Chen(2001)은 마찰음 /s/를 다양한 방법으로 음향학적으로 분석함으로써 숙련된 청자도 분류하기 힘든 발화를 분류할 수 있는 음향학적 매개변수를 연구하였다. 김향희(1996)는 운동실조형 마비성 구어장애를 대상으로 한 사례연구를 통하여 음성학 및 음향학이 임상면에서 활용될 수 있는 측면이라고 제안하였다. 그러나 현재 국내에서는 마비성 구어장애의 음향학적, 지각적 연구는 미비한 실정이다.

본 연구의 목적은 문장내의 환경에 따라 마찰음 /s/의 특성 변화가 있는지를 살펴보고, 정상성인 화자와 후천적 신경손상으로 인한 마비성 구어장애자들의 마찰음 /s/에 대한 음향학 및 지각적 특성을 분석·비교하는 것이다 또한 마비성 구어장애자들의 마찰음 /s/에 대한 음향학적 매개변수와 지각적 매개변수의 상관관계를 살펴보고자 한다.

## II. 연구방법

### 2.1. 연구 대상

본 연구를 위해 후천적인 원인으로 인하여 마비성 구어장애를 겪고 있는 6명을 대상으로 하였다. 이 중 4명은 뇌졸중, 2명은 TBI가 원인이었으며 모두 경직형이었다. 대상자의 연령은 19세 4개월에서 61세 11개월로 평균 39세 8개월이었다. 2명의 통제 집단의 연령은 22세 7개월과 61세로 평균 42세였다. 본 연구에 참여한 대상자들은 모두 남자였다.

### 2.2 실험 방법

조용한 실험실내에서 각 대상자들이 편안히 앉도록 한 후 산책 문단 중 두 문단을 두 번씩 읽도록 요구하였다(표 2.1). 마이크와 입은 약 10cm 떨어진 거리에서 praat로 직접 녹음하였다. 표본 추출 속도(sampling

rate)는 22,500Hz로 설정하였으며, 1kHz low-pass filter 하였다.

### 표 2.1 검사 자료

높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시며 소리를 지르면 가슴이 활짝 열리는 듯하다.  
바닷가에 나가 조개를 주우며 넓게 펼쳐 있는 바다를 바라보면 내 마음 역시 넓어지는 것 같다.

### 2.3 결과 분석

/s/음의 소음 스펙트럼은 설단(tongue blade)의 형태와 위치에 의해 결정된다. 그러므로 설단(tongue blade) 앞부분의 수축에 의한 강(cavity)의 길이 변화가 스펙트럼의 음향학적 매개변수에 영향을 미친다(Chen, 2001).

따라서 본 연구자는 음향학적 분석을 위하여 /s/의 전체 지속시간, 마찰 구간의 최고 주파수, 최고 주파수 시 강도를 측정하였다. /s/음의 지속시간을 측정하기 위해 선행 모음의 마지막 성대진동에서 후행 모음의 시작 성대진동사이의 구간을 측정하였으며, 마찰 구간과 기식구간 모두를 마찰 구간으로 하였다. Flipsen(1999)은 FFT 분석은 정상화자와 비정상적 화자의 /s/ 마찰 소음의 정보를 충분히 제공한다고 하였다. 따라서 본 연구자는 마찰 소음의 최고 주파수를 측정하기 위해 기식 구간이 있는 경우는 기식구간을 제외한 마찰 구간의 중간 20ms, 즉, 안정된 마찰 구간을 FFT로 분석하여 최고 주파수와 강도를 측정하였다. 기식구간이 없는 경우 마찰 구간 중간 20ms를 같은 방법으로 분석하였다. 정상인의 경우 마찰 구간은 마찰에너지의 중심부분과 유사한 대역에 소음에너지가 넓게 분포(3000Hz)할 때를 기준으로 한다. 마비성 구어장애자의 경우 주변 소음과 비교하여 소음의 주파수와 유사한 주파수는 제외하였다.

지각적 분석을 위해 두 명의 언어치료사가 심한 정도와 /s/ 음절의 명료도를 각각 4점 척도로 분석하였다.

위의 기준에 의해 분석된 데이터들을 이용하여 문장내 /s/의 위치가 음향학적-지각적 매개변수에 영향을 미치는지 살펴보기 위해 이원배치 분산분석 후 Scheffe 검정을 실시하였다. 또한 각 매개변수의 데이터들이 정상집단과 통계적 유의미한 차이가 있는지 살펴보기 위해 t-test를 실시하였다. 마지막으로, 음향학적 분석과 지각적 분석의 상관 관계를 알아보기 위해 Pearson 계수를 산출하였다. 유의수준은 95%로 검정하였다.

### III. 연구 결과

#### 3.1 음향학적 분석 결과

##### 3.1.1 /s/음의 위치에 따른 음향학적 분석

문장내의 위치와 모음의 환경에 따른 마찰 /s/음에 대한 매개변수의 평균과 표준편차는 표 3.1과 같다.

표 3.1 /s/ 위치에 따른 음향학적 매개변수

| 어음자료 | 매개변수 | 평균    | 표준편차    |
|------|------|-------|---------|
| 산    | 지속시간 | 76    | 27.03   |
|      | 주파수  | 1984  | 2112.55 |
|      | 강도   | 36    | 17.57   |
| 마시고  | 지속시간 | 138   | 29.69   |
|      | 주파수  | 2703  | 1855.99 |
|      | 강도   | 40.6  | 12.15   |
| 소리   | 지속시간 | 109.2 | 65.69   |
|      | 주파수  | 2700  | 2216.81 |
|      | 강도   | 36.1  | 12.21   |
| 가슴   | 지속시간 | 107.7 | 24.07   |
|      | 주파수  | 3011  | 2578.00 |
|      | 강도   | 42.3  | 11.75   |

/s/음이 위치에 따라 평균의 차이는 나타내었으나, 통계적으로는 유의미한 차이를 나타내지 않았다.

##### 3.1.2 집단간 비교

지속시간, 마찰구간의 최고 주파수, 강도들 중 강도와 주파수는 유의미하게 정상집단과 구별되는 매개변수였다(표 3.2).

표 3.2 음향학적 매개변수

| 매개변수 | 평균  | 표준편차  | t      | 자유도  | p     |
|------|-----|-------|--------|------|-------|
| 지속시간 | 마비성 | 107.6 | -1.185 | 30   | .854  |
|      | 정상  | 110.6 |        |      |       |
| 강도   | 마비성 | 38.7  | 2.735  | 29.8 | .000* |
|      | 정상  | 25.8  |        |      |       |
| 주파수  | 마비성 | 2599  | -3.287 | 28   | .003* |
|      | 정상  | 4333  |        |      |       |

\*p < .05

#### 3.2 지각적 분석 결과

##### 3.2.1 /s/음의 위치에 따른 지각적 분석

문장내의 위치와 모음의 환경에 따른 마찰 /s/음에 대한 지각적 매개변수는 유의미한 차이를 나타내지 않았다.

#### 3.2.2 집단간 비교

심한 정도, /s/음의 명료도를 지각적으로 분석한 결과 심한 정도와 /s/음의 명료도는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(표 3.3).

표 3.3 지각적 매개변수

| 매개변수     | 평균  | 표준편차 | t      | 자유도 | p     |
|----------|-----|------|--------|-----|-------|
| /s/음 명료도 | 마비성 | 2.0  | 5.108  | 23  | .000* |
|          | 정상  | 1.0  |        |     |       |
| 심한 정도    | 마비성 | 3.0  | 11.747 | 23  | .000* |
|          | 정상  | 1.0  |        |     |       |

\*p < .05

#### 3.3 음향학적 분석과 지각적 분석의 상관관계

음향학적 매개변수와 지각적 매개변수의 상관관계는 표 3.4과 같다.

표 3.4 매개변수들 간의 상관관계

| 지각     | 음향    |         |       |
|--------|-------|---------|-------|
|        | 지속시간  | 주파수     | 강도    |
| /s/명료도 | -.353 | -.691** | -.382 |
| 심한 정도  | -.249 | -.778** | -.242 |

\*p < .05, \*\*p < .01

본 연구의 결과 지각적 매개변수들 즉, /s/음의 명료도와 심한 정도는 /s/의 최고주파수와 가장 높은 관계가 있는 것으로 나타났다.

### IV. 결론

본 연구의 결과, 문장내의 환경은 음향학적 데이터와 지각적 데이터에 영향을 미치지 않는다.

음향학적 데이터들을 정상집단과 비교하였을 때, 강도와 주파수는 유의미한 차이가 나타내었으나 지속시간은 유의미한 차이가 없었다. 마찰음 /s/를 발생하기 위해서는 설단(tongue blade)의 형태와 위치를 좀 더 정교하게 조정해야된다. 그러나 마비성 구어장애자들은 설단(tongue blade)의 움직임이 정교하지 못하여 /s/음의 최고 주파수에 영향을 미친 것으로 추정된다.

모든 지각적 데이터들은 정상집단과 마비성 구어장애 집단에서 유의미한 차이가 있었다. 주파수와 /s/의 명료도와 심한 정도는 높은 상관 관계를 나타내었다. 따라서 마비성 구어장애의 진단 및 치료 시 지각적 분

석과 더불어 음향학적 분석을 고려해야 할 것이다.

본 연구의 결과는 후천성 신경손상자의 마찰음 /s/에 대한 기초 자료를 제공하여, 진단 및 치료시 활용할 수 있으리라고 본다. 그러나 대상자가 경직형 마비성 구어장애로 국한되어 있으므로 추후 연구에서는 다양한 분류의 후천성 신경손상자들을 대상으로 음향학적 연구가 이루어져야 할 것이다. 뿐만 아니라 본 연구에서 음향학적으로 살펴본 /s/ 이외의 마찰음에서도 같은 결과가 나타나는지도 연구되어야 할 것이다.

in Adolescents." *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42. 663-677. 1999

## 참고문헌

- [1] 김향희. "운동실조형 마비성 그음장애에 적용되는 지각적, 음향학적, 생리학적 도구에 관하여-환자사례를 중심으로-." 제2회 음성학 학술대회. 9-23. 대한음성과학. 1996.
- [2] Darley F., Aronson A. & Brown J. "Differential Diagnostic Patterns of Dysarthria." *Journal of Speech and Hearing Research*, 12, 246-269. 1969
- [3] 김현기, 고도홍, 신호근, 홍기환, 서정환. "마비성 조음장애, 편도비대, 비폐쇄 및 구개열 환자의 실험 임상 음성학적 연구." *음성과학*. 2. 67-88. 1997.
- [4] 황보명, 정옥란, 강수균, "경직형 마비성 구어장애 환자의 음절교호운동율." *언어치료연구*, 9(1), 2000.
- [5] Kent, J. F., Kent, R. D., Duffy, J., & Weismer, G. "The dysarthrias: Speech-voice profiles, related dysfunctions, and neuropathology." *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 6(4), 165-211. 1998.
- [6] Platt, L. J., Andrews, G., & Howie, P. M. "Dysarthria of adult cerebral palsy: II. Phonemic analysis of articulation errors." *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 23. 41-55. 1980.
- [7] Roy, N., Leeper, H. A., Blomgren, M., Cameron, R. M. "A description of Phonetic, Acoustic, and Physiological Changes Associated with improved intelligibility in a speaker with spastic dysarthria." *American Journal of Speech-Language Pathology*. 10. 274-290. 2001.
- [8] Chen, H., Stevens, K. A. "An Acoustical Study of the Fricative /s/ in the Speech of Individuals with Dysarthria." *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44. 1300-1314. 2001.
- [9] Flipsen, P., Shriberg, L., Weismer, G., Karisson, H., McSweeney J. "Acoustic Characteristics of /s/