

## 소음 유형과 신호대잡음비가 마비말장애인의 말명료도에 미치는 영향

### Effects of the Types of Noise and Signal-to-Noise Ratios on Speech Intelligibility in Dysarthria

이 영 미<sup>1)</sup> · 심 현 섭<sup>2)</sup> · 성 지 은<sup>3)</sup>

Lee, YoungMee · Sim, HyunSub · Sung, JeeEun

#### ABSTRACT

This study investigated the effects of the types of noise and signal to noise ratios (SNRs) on speech intelligibility of an adult with dysarthria. Speech intelligibility was judged by 48 naive listeners using a word transcription task. Repeated measures design was used with the types of noise (multi-talker babble/environmental noise) and SNRs (0, +10 dB, +20 dB) as within-subject factors. The dependent measure was the percentage of correctly transcribed words. Results revealed that two main effects were statistically significant. Listeners performed significantly worse in the multi-talker babble condition than the environmental noise condition, and they performed significantly better at higher levels of SNRs. The current results suggested that the multi-talker babble and lower level of SNRs decreased the speech intelligibility of adults with dysarthria, and speech-language pathologists should consider environmental factors such as the types of noise and SNRs in evaluating speech intelligibility of adults with dysarthria.

**Keywords:** speech intelligibility, types of noise, signal to noise ratios, dysarthria

#### 1. 서론

마비말장애(dysarthria)는 중추신경 혹은 말초신경의 손상으로 인해서 조음에 관여하는 근육이 마비, 약화되거나 협응이 안 되어서 발생하는 말운동장애(motor speech disorder)로, 부정확한 자음 산출, 호흡, 발성, 공명, 운율 등의 문제를 야기시킨다[1][2]. 마비말장애인의 부정확한 자음과 모음 산출, 부적절한 연장, 반복, 쉽과 같은 비유창성은 말명료도(speech intelligibility)에 영향을 미치며, 여기에 호흡, 공명, 발성 문제가 동반된다면 마비말장애인의 말명료도는 더욱 낮아진다 [1]-[5]. 말명료도는 가족, 직업, 사회 생활과 같은 삶의 전반에

중요한 영향을 미치기 때문에, 언어치료사는 마비말장애인의 말명료도를 평가하고 말명료도 향상을 중요한 목표로 설정한다[2][4][6].

말명료도는 화자(speaker)가 청자(listener)에게 본인이 의도한 메시지를 전달하여 의사소통에 성공하는 정도를 말하는 것으로, 화자, 청자, 메시지 내용, 전달 매체, 대화 상황 및 환경 등에 의해 영향을 받는다[7][8]. 말명료도는 화자, 청자, 상황 변수 등의 영향을 받기 때문에, 절대적인 양의 개념이 아니다 [9]. 마비말장애인의 말명료도는 자음 정확도와 같은 화자 특성, 장애 음성에 대한 친숙도와 언어 지식과 같은 청자 특성, 의사소통 상황, 환경 변수들이 함께 상호작용하여 결정된다 [4][9][10]. 마비말장애인의 말명료도에 대한 기존 연구들은 주로 화자와 청자 특성에 초점을 맞춰서 이루어져 왔으며 [3]-[5][9][10], 실제 의사소통이 일어나는 상황에서 발생하는 소음과 같은 환경적 변수가 말명료도에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 진행되지 않았다. 마비말장애인이 접하는 일상은 최적화된 상황(optimal condition)이 아니기 때문에, 마비말장애인의 음향-음소 정보(acoustic-phonetic information)가 환경 변수인 소음과 함께 작용하여 청자에게 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구는 일상생활에서 마비말장애인의 말명료도에

1) 이화여자대학교, bravebank@hanmail.net

2) 이화여자대학교, simhs@ewha.ac.kr

3) 이화여자대학교, jeesung@ewha.ac.kr, 교신저자

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 기술 혁신사업의 일환으로 수행하였음[10036461, 발성 장애인을 위한 개인 맞춤형 내장형 명령어 인식기 개발].

접수일자: 2011년 11월 3일

수정일자: 2011년 12월 15일

게재결정: 2011년 12월 20일

대한 중요한 정보를 제공할 수 있다.

청자는 음향 신호(acoustic signal)로 전달되는 메시지를 재인(recognition), 처리(processing), 이해(comprehension), 언어 정보 회상(recall of linguistic information)과 같은 언어-인지 처리 과정을 거쳐서 해독하고 이해한다[11]. 소음으로 인한 말소리의 차단과 왜곡은 말초 청각 처리 수준(peripheral auditory level)에서 청자가 받아들이는 음향-음소 정보의 정확성을 저하시키고, 중추 청각 수준(central auditory level)에서 말소리를 언어적으로 처리하는데 인지 부담(cognitive load)을 가중시켜서 메시지 이해를 방해한다[12]-[17]. Lovén과 Collins(1988)는 소음이 말초 청각 수준에서 말소리 재인에 필요한 음향 정보의 양을 감소시켜서 청자가 자음 지각의 오류를 겪도록 만든다고 하였다[13]. Sarampalis 및 동료들(2009)은 정상 청력 성인(n=25)에게 소음 상황에서 문장을 듣고 마지막 단어를 기억하도록 하는 이중 과제(dual task)를 실시한 결과, 소음이 많은 상황에서 과제 수행률이 유의하게 감소되었다고 보고하였다[14]. 즉, 소음은 청자가 화자의 메시지를 이해하기 위한 말소리의 양을 감소시키고, 음향-음소 정보가 충분하지 않은 말소리를 재인하는데 언어-인지적 부담(linguistic-cognitive load)으로 작용하는 것이다[15]-[17].

소음 유형과 신호대잡음비는 말명료도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[18]-[23]. 선행 연구에서 소음 유형이 분홍색 잡음(pink noise)이나 백색 잡음(white noise)에서보다 다화자 잡음(multi-talker babble)일 때 청자가 말소리를 처리하기 어려운 것으로 보고되고 있다[18]-[19]. Papso와 Blood(1989)의 연구에서 조용한 조건, 분홍색 잡음과 다화자 잡음이 제시되는 조건에서 말명료도 검사를 학령전기 아동(n=30)과 성인(n=30)에게 실시한 결과, 다화자 잡음 조건에서의 말명료도 점수가 두 집단에서 가장 낮게 나타났다[18]. Simpson과 Cooke(2005)도 언어적 정보가 포함된 소음(noise with linguistic content)이 비언어적 소음(nonlinguistic noise)보다 말소리를 변별하고 이해하는데 더 부정적인 영향을 미치며, 소음 유형에 따라서 말명료도에 미치는 방해 정도가 다르다고 하였다[19]. 조용한 상황보다 소음 상황에서 청자는 목표 단어를 이해하기 위해서 더 많은 노력을 기울이는데, 이때 신호대잡음비에 따라서 청자가 화자의 메시지를 이해하는데 필요한 듣기 노력(listening effort)과 인지 노력(cognitive effort)에 차이가 난다[20]-[22]. Howard 및 동료들(2010)은 신호대잡음비를 -4, 0, +4 dB로 조작하여 말명료도 검사와 소음 제시 조건에서 숫자를 회상(digit recall)하도록 하는 이중 과제를 31명의 학령기 아동에게 실시한 결과, 신호대잡음비가 낮을수록 과제 모두에서 유의하게 과제 수행률이 낮게 나타났다[21]. McAuliffe 및 동료들(2009)은 다화자 잡음의 신호대잡음비를 -3, 0, +6 dB로 조작하여 마비말장애인의 말명료도를 비교한 결과, 신호대잡음비가 낮을수록 단어와 문장에서 말명료도가 낮았다고 보고하였

다[22]. 음향-음소 정보가 취약한 마비말장애인의 말에 소음이 추가되면, 생략(omission), 대치(substitution), 왜곡(distortion)과 같은 조음 오류에 소음의 언어적 정보가 작용하여 청자가 정상 화자보다 마비말장애인의 말소리를 재인하기 더 어려워지는 것이다[23].

국내외에서 환경적 요인인 소음 유형과 신호대잡음비가 마비말장애인의 말명료도에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 이뤄지지 않은 상황이다. 환경적 요인인 소음이 마비말장애인의 말명료도에 미치는 영향을 살펴봄으로써, 일상생활에서 마비말장애인의 말명료도를 정확하게 파악하고 이해할 수 있으며, 말명료도 평가와 치료에 유용한 정보를 제공할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 소음 유형과 신호대잡음비가 마비말장애인의 말명료도에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구대상

본 연구에서의 대상자는 화자와 청자 집단으로 나누었다. 화자는 마비말장애로 진단된 성인이며, 청자는 마비말장애인의 말을 청취해본 경험이 없는 정상 청력 성인 집단이다.

#### 2.1.1. 화자(speaker)

화자는 뇌병변장애 1급으로 진단된 경직형 마비말장애인이었다. 대상자는 7~9세에 언어치료를 받은 경험이 있으며, 대학 졸업 이후 보조 장비의 도움을 받아 문서 작업 업무를 하고 있다. 문장 수준의 읽기 이해력에는 어려움이 없으며, 말 산출 능력이 제한적이어서 원활한 의사소통에는 어려움을 지니고 있다(표 1). 대상자의 자음정확도는 아동용 발음평가(APAC) 결과 71.4%였으며[24], 조음 중증도는 자음정확도를 바탕으로 한 Shriberg & Kwiatkowski(1982)의 조음능력지표에 따라서 경도-중등도(mild to moderate, 65~84.9%)로 평가되었다[25]. 본 연구에서는 마비말장애인의 말 특성을 대표할 수 있는 화자를 선택하기 위해서, 자음의 생략, 대치, 부적절한 연장, 반복, 쉼과 같은 비유창성, 그리고 호흡, 발성 문제 등의 다양한 말 특성을 지니고 있는 마비말장애인을 대상으로 선정하였다.

표 1. 마비말장애인 화자의 정보

Table 1. Demographic information on a speaker with dysarthria.

성별	생활 연령	장애 유형	교육 정도	직업	PCC (%)	조음 중증도
남	29;9	뇌병변 장애	대졸	장애인협회 문서작업	71.4	경도-중등도

PCC = percentage of consonant correct

#### 2.1.2. 청자(listener)

청자는 청각에 이상이 없다고 보고한 정상 청력 성인으로,

서울에 거주하는 20~30대 성인 48명을 대상으로 하였다. 청자는 마비말장애인의 음성을 포함한 장애 음성을 청취해본 경험이 없는 사람이었다. 청자의 교육 수준은 대학교에 재학 중이거나 학사 학위를 지니고 있었다. 청자의 평균 연령은 27.27세 (SD=2.94)였으며, 청자의 성비는 남자는 25명, 여자는 23명이었다.

## 2.2. 검사 자료

마비말장애인의 말명료도 측정을 위해서, APAC 단어를 사용하였다. APAC은 친숙도가 높은 단어로 구성되어 있고, 우리말 자음이 어두초성, 어중초성, 어중종성, 어말종성의 네 가지 단어 내 위치에 배치되어 있으므로, 본 연구에서 검사 자료로 APAC 단어를 선택하였다. 먼저, APAC의 총 37개 단어 중에서 동사와 형용사를 제외한 명사만으로 32개의 단어를 선택하였다. 음절 수가 길수록 마비말장애인의 말 산출이 어려워지는 것을 고려하여, 32개의 단어 중에서, 1, 2, 3 음절의 단어가 모두 포함될 수 있도록 하였다. 또한, 단어 초성에 한국어의 19개 자음(음가 없는 초성 [ㅇ] 포함)이, 단어 종성에 7개 자음이 골고루 배치되도록 하여, 최종적으로 20개 단어를 선정하였다(부록 1).

## 2.3. 연구 절차

### 2.3.1. 화자 발화 수집

본 연구에서 사용된 마비말장애인의 발화는 발성 장애인을 위한 개인 맞춤형 내장형 명령어 인식기 개발을 위한 QoLT(Quality of Life Technology) 프로젝트에서 구축된 녹음 자료를 사용하였다[26]. 마비말장애인의 발화 수집은 조용한 사무실 환경에서 이루어졌으며, SiTEC(Speech Information Technology & Industry Promotion Center)에서 개발한 녹음 프로그램을 이용하여 노트북 슬라이드 화면에 제시되는 단어를 마비말장애인에게 1회씩 읽도록 하였다. 푸쉬톡 방식으로 마비말장애인의 발화를 수동으로 녹음하였으며, 오발성이 발생하였을 경우 다시 녹음하였다. 단, 연구자는 화자가 단어를 읽는 과정에서 보인 오조음에 대해서는 어떤 피드백도 주지 않았다. 화자가 뇌병변장애로 불수의적인 움직임이 발생하는 것을 고려해서 가급적 흔들리지 않고 몸에 단단히 부착될 수 있는 'Shure SM12A Headworn type' 헤드마이크를 사용하여, 오디오 인터페이스 'TASCAM US-122MKII USB 2.0 Audio/MIDI interface'로 녹음하였다.

### 2.3.2. 청자 반응 자료 제작

마비말장애인으로부터 수집된 발화 자료는 SiTEC에서 개발한 세그멘테이션 프로그램을 이용하여 단어들을 편집하였다. ITU-T P.56 Speech Voltmeter from the ITU Software Tools Library (G. 191 Annex A)를 이용하여 마비말장애인의 음성

파일에 소음을 추가하는 작업을 하였다. 본 연구에서는 NOISE-X 92 데이터베이스의 소음을 사용하였다. 먼저, 마비말장애인의 음성과 잡음의 길이를 동일하게 조정하고, 마비말장애인의 음성 강도를 기준으로 하여 소음의 신호를 0, +10, +20 dB로 신호대잡음비를 조정하였다. 마지막으로 동일한 시간 영역(time domain)에서 마비말장애인의 음성에 조정된 소음을 더해주는 작업을 함으로써, 청자에게 들려줄 단어 음성 파일을 제작하였다.

반응 자극은 소음 유형(다화자 잡음, 환경 소음)과 세 가지 신호대잡음비(SNR 0, +10, +20 dB)로 구성된 총 6가지 조건으로, 20개의 단어가 각 조건별로 제시되어 총 120개의 토큰으로 구성하였다. 순서효과와 학습효과를 배제하기 위해서, 소음 유형과 신호대잡음비를 고려하여 제시 순서를 역균형화(counterbalancing)하고, 편집한 단어를 무선휘(randomization)하여 배열하였다. 라틴정방설계(Latin square design)를 통해 청자에게 들려줄 음성 파일을 총 6세트로 구성하였으며, 각 세트는 총 대상자들에게 8회씩 출현하였다.

### 2.3.3. 말명료도 측정 절차

마비말장애인 화자의 말명료도를 측정하기 위해서 청자에게 화자가 말했을 것으로 생각되는 단어를 받아쓰도록 하였다. 청자는 조용한 환경에서 헤드폰(CRESYN CS-HP500)을 착용하여 목표 단어를 들었으며, 들려주는 단어의 강도는 청자가 본인에게 맞도록 조정할 수 있게 하였다. 이때, 각 단어 제시 간격은 청자가 단어를 받아쓰는 속도를 고려하여 연구자가 조정하였다.

## 2.4. 말명료도 채점

말명료도 점수는 청자가 들은 전체 단어 수(20개)에서 정확하게 받아쓴 단어 수의 백분율(%)로 산출하였다. 청자가 받아쓴 단어가 목표 단어와 일치할 경우를 정답(1점)으로, 일치하지 않을 경우를 오답(0점)으로 채점하였다. 소음 유형과 신호대잡음비(SNR)에 따라서 말명료도 점수를 따로 산출하였으며, 모든 조건에서 말명료도 점수가 0~100%가 되도록 하였다.

## 2.5. 신뢰도 및 통계 처리

평가자 간 신뢰도(inter-rater reliability)를 산출하기 위하여, 연구자 2명이 채점에 참여하였다. 평가자는 본 연구에서 사용한 자료 20%에 해당하는 검사지를 무작위로 선정하여, 채점 기준에 따라서 독립적으로 채점하였다. 평가자 간 신뢰도는 채점한 검사지에서 정오반응에 대해 일치한 문항 수를 기준으로 일치도(agreement)를 산출하였으며, 그 결과 98.1%로 나타났다.

소음 유형과 신호대잡음비에 따른 마비말장애인의 말명료도 평균과 표준편차는 SPSS 18.0을 사용하여 기술통계분석을

하였다. 또한, 소음 유형과 신호대잡음비가 마비말장애인의 말명료도에 미치는 영향을 살펴보기 위해서, 반복측정 이원분산분석(Two-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였다.

### 3. 결과

소음 유형과 신호대잡음비에 따른 마비말장애인의 말명료도 점수의 기술통계는 <표 2>와 <그림 1>에 제시하였다.

마비말장애인의 말명료도는 다화자 잡음 조건에서 신호대잡음비가 0 dB에서 23.96% (SD=13.88), +10 dB에서 33.13% (SD=14.86), +20 dB에서 39.06% (SD=13.63)였으며, 환경 소음 조건에서 마비말장애인의 말명료도는 신호대잡음비가 0 dB에서 29.58% (SD=14.43), +10 dB에서 35.63% (SD=13.07), +20 dB에서 40.00% (SD=12.33)으로 나타났다(표 2 & 그림 1).

표 2. 소음 유형과 신호대잡음비에 따른 마비말장애인의 말명료도에 대한 기술통계

Table 2. Descriptive data of mean speech intelligibility scores and standard deviations obtained by 48 naive listeners according to the types of noise and signal to noise ratios.

소음 유형	신호대잡음비		
	0 dB (n=48)	+10 dB (n=48)	+20 dB (n=48)
다화자 잡음	23.96 ± 13.88	33.13 ± 14.86	39.06 ± 13.63
환경 소음	29.58 ± 14.43	35.63 ± 13.07	40.00 ± 12.23

Mean ± SD

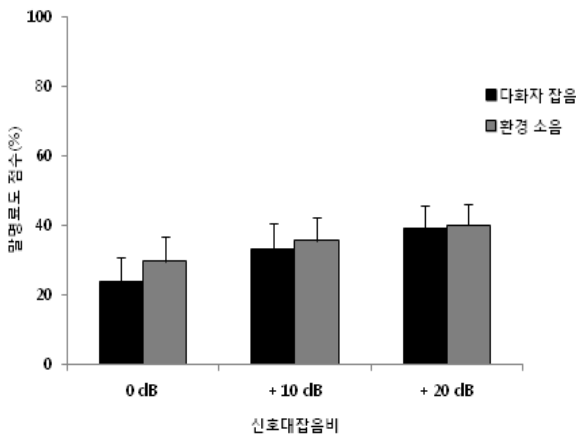


그림 1. 소음 유형과 신호대잡음비에 따른 마비말장애인의 말명료도

Figure 1. Mean speech intelligibility scores for an adult with dysarthria by types of noise and signal to noise ratios.

구형성 가정을 검정한 결과, 소음 유형(Mauchly's  $W=1.00$ ,  $x^2=0.00$ ,  $p<.05$ ), 신호대잡음비(Mauchly's  $W=.817$ ,  $x^2=9.281$ ,

$p<.05$ ), 소음 유형과 신호대잡음비(Mauchly's  $W=.988$ ,  $x^2=.544$ ,  $p>.05$ )로 공분산의 동질성 가정이 위배되는 변수가 관찰되어 Greenhouse-Geisser의 F값을 보고하였다.

소음 유형과 신호대잡음비에 따라서 마비말장애인의 말명료도에 차이가 있는지에 대한 반복측정 이원분산분석을 실시한 결과는 <표 3>과 같다.

소음 유형이 마비말장애인의 말명료도에 대한 주효과가 유의하게 나타났으며[F(1, 97.576)=7.975,  $p<.01$ ], 말명료도는 다화자 잡음 조건보다 환경 소음 조건에서 유의하게 높게 나타났다. 신호대잡음비에 따른 마비말장애인의 말명료도에 대한 주효과도 유의하게 나타났으며[F(1.691, 97.576)=78.614,  $p<.001$ ], Bonferroni를 통한 사후검정 결과, 0, +10, +20 dB의 모든 신호대잡음비 간에 말명료도 차이가 유의하게 나타났다 ( $p<.001$ ). 신호대잡음비가 높을수록 마비말장애인의 말명료도가 유의하게 높게 나타났다. 소음 유형과 신호대잡음비의 상호작용 효과는 마비말장애인의 말명료도에 유의하지 않았다 [F(1.977, 97.576)=2.898,  $p>.05$ ](표 3).

표 3. 소음 유형과 신호대잡음비에 따른 마비말장애인의 말명료도에 대한 반복측정 이원분산분석 결과

Table 3. Two-way ANOVA with repeated measures for types of noise and signal to noise ratios on speech intelligibility of an adult with dysarthria.

분산원	SS	df	MS	F
소음 유형	657.031	1	657.031	7.975**
신호대잡음비	7911.632	1.691	4678.595	78.614***
소음유형 × 신호대잡음비	273.437	1.977	138.326	2.898
오차	4434.896	92.908	47.735	
합계	13276.996	97.576		

\*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

### 4. 논의 및 결론

마비말장애인은 언어치료로도 조음능력을 개선하는데 한계가 있지만, 임상적으로 의사소통 능력 향상 측면에서 말명료도를 평가하고 말명료도 향상에 초점을 맞추어 치료하는 것은 중요하다. 말명료도 평가는 주로 소음과 같은 환경적 변수가 통제된 조용한 장소에서 이루어지므로, 일상생활에서 마비말장애인의 말명료도에 대한 실질적인 정보를 얻기 힘들어서 치료 목표 설정에 어려움이 있다. 마비말장애인의 말명료도를 정확하게 이해하고 적용하기 위해서는 환경적 변수인 소음이 말명료도에 미치는 영향을 살펴볼 필요가 있다. 본 연구에서는 소음 유형을 다화자 잡음과 환경 소음, 신호대잡음비를 0, +10, +20 dB로 구분해서, 소음 유형과 신호대잡음비에 따른 마비말장애인의 말명료도를 살펴보았다. 마비말장애인의 말명

료도는 소음 유형과 신호대잡음비에 모두 영향을 받는 것으로 나타났다.

환경 소음 조건보다는 다화자 잡음 조건에서 마비말장애인의 말명료도가 낮게 나타났다. 이는 소음 유형이 말명료도에 영향을 미치며, 언어적 소음이 비언어적 소음보다 말명료도에 부정적이라고 보고한 Papsa와 Blood(1989)의 연구 결과와 일치한다[18]. Darwin(2008)은 다화자 잡음은 말소리 처리에 필요한 불필요한 음향 정보를 추가적으로 제공하기 때문에, 청자가 목표 단어의 음향 특징(acoustic features)과 음소 특징(phonetic features)을 파악하고 자동적으로 재인하는 것(automatic recognition)을 어렵게 만든다고 하였다[12]. Simpson과 Cooke(2005)도 다화자 잡음이 말소리의 음향 정보 감소, 언어적 혼란 야기, 집중과 인지 부담 가중을 야기하여 자음 확인(consonant identification)에 영향을 미친다고 하였다[19]. 또한, Sperry 및 동료들(1997)도 비언어적 소음보다는 언어적 인 음향, 의미 정보를 지닌 다화자 잡음이 정상 청력 성인들의 단어 재인 능력에 더 부정적인 영향을 미치는 것으로 결과를 보고하면서, 소음 상황에서의 단어 재인 능력을 검사할 때는 소음 유형을 고려해야 한다고 언급하였다[27]. 언어적 정보가 포함된 다화자 잡음이 비언어적 소음보다 청자가 화자의 메시지를 이해하기가 더 어렵다는 것에 대해서는 본 연구와 선행 연구에서 일관되게 언급하고 있다.

소음 유형이 다화자 잡음이더라도 소음의 언어가 청자의 모국어와 동일하거나 따라서 말명료도에 미치는 방해 정도가 다르다[20]. Van Engen과 Bradlow(2007)는 모국어가 영어인 청자 73명에게 영어 잡음(English babble)과 중국어 잡음(Mandarin Chinese babble)이 섞여 있는 영어 문장을 들려주었을 때의 말명료도를 비교한 결과, 소음이 영어 잡음일 때 말명료도가 낮게 나타났다[20]. 이는 소음과 말소리의 언어에서 나타나는 음소 유사성(phonetic similarity)이 단어의 자음 변별에 영향을 주어 나타난 것으로 보여진다. 비언어적 소음과는 다르게 다화자 잡음에는 음소, 의미, 운율과 같은 언어적 정보가 있기 때문에, 다화자 잡음의 언어 내용과 특징이 청자가 말소리를 처리하는데 추가적으로 듣기, 인지 노력이 요구된다[12]. 즉, 언어에 따라서 다르게 제공되는 다화자 잡음의 음향-음소 정보는 청자에게 언어적 혼란을 주기 때문에, 청자가 말소리를 언어적으로 처리하는데 인지적 부담을 가중시켜서 화자의 메시지를 이해하는 것을 방해한다[14][15].

신호대잡음비가 높을수록 마비말장애인의 말명료도가 높게 나타났다[20]-[23][28][29]. 소음은 그 자체만으로 말초 청각 수준에서 목표 단어를 재인하는데 필요한 음향, 언어적 정보의 양을 감소시킨다[13]. Crandell(1993)은 교실과 같이 소음이 존재하는 상황에서 학령기 아동이 겪는 말지각(speech perception)의 어려움을 살펴보기 위해서, 신호대잡음비를 -6, -3, 0, +3, +6 dB로 조작하여 신호대잡음비가 정상 청력 아동

과 경도 청각장애 아동의 말명료도에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과, 신호대잡음비는 두 집단의 말명료도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 낮은 신호대잡음비는 정상 청력 아동보다는 경도 청각장애 아동에게 더 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다[28]. 이는 청자가 들어야 할 목표 단어의 신호가 소음보다 크면, 청자가 목표 단어의 지각에 필요한 음향-음소 정보의 양이 많아져서 단어 재인의 정확성이 높아지기 때문이다. Tabri 및 동료들(2011)은 조용한 조건과 다화자 잡음의 다양한 강도(55, 60, 65, 70 dB SPL) 조건에서 단일 언어(monolingual), 이중 언어(bilingual), 삼중 언어(trilingual) 사용 아동에게 문장을 들려주고 문장의 마지막 단어를 맞추도록 했다. 그 결과, 조용한 조건과 55, 60 dB SPL의 소음 조건에서 세 그룹의 수행력에 차이가 없었지만, 65, 70 dB SPL의 소음 조건에서는 이중 언어, 삼중 언어 사용 아동의 수행력이 단일 언어 사용 아동에 비해서 유의하게 낮게 나타났다[29]. Crandell(1993)과 Tabri 및 동료들(2011)의 연구 모두 소음이 말초 청각 수준과 중추 청각 수준에서 말소리를 정확하게 지각하는데 방해된다는 것을 언급하면서, 교실과 같이 소음이 존재하는 조건에서 학령기 아동의 학습 능력을 향상하기 위해서 소음을 줄이고 신호대잡음비를 높이기 위한 교실 환경의 보완, FM 시스템의 필요성에 대해서 강조했다[28][29].

마비말장애인의 말은 부정확 자음 산출, 호흡, 발성, 공명, 운율 등의 문제로 인해서 음향-음소 정보가 취약하기 때문에, 화자의 말 특성만으로도 말명료도에 부정적인 영향을 미친다[1][3][4][9]. McAuliffe 및 동료들(2009)이 소음 상황에서의 정상 성인과 마비말장애인의 말명료도를 단어와 문장 수준에서 비교한 결과, 소음이 단어 수준보다 문장 수준에서 정상 성인에 비해서 마비말장애인의 말명료도에 더 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다[22]. 이는 마비말장애인의 말에 소음과 같은 환경적 변수가 첨가되면, 말소리가 더 왜곡되어 청자가 언어적 지식을 동원하여 문장 수준에서 말소리를 처리하는데 언어-인지적 부담이 더 커져서 나타난 결과로 생각된다. 즉, 말초 청각 수준에서의 말소리 정보가 줄어들수록 중추 청각 수준에서의 언어처리능력과 인지능력의 역할이 더 커지게 된다[11]-[15]. Wong 및 동료들(2009)은 노화에 따른 인지 변화가 소음 상황에서의 말명료도에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 정상 청력을 지닌 20대 성인 집단(n=12)와 60~70대 성인 집단(n=12)에게 조용한 상황, 신호대잡음비가 -5, +20 dB인 소음 상황에서 말명료도 검사를 실시하고 기능성 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI)으로 뇌 활성화를 측정하였다. 그 결과, 신호대잡음비가 -5 dB인 조건에서만 60~70대 성인이 20대 성인보다 유의하게 낮은 말명료도 점수를 보였으며, 이때 fMRI에서 60~70대 성인의 청각 피질(auditory cortex)의 활성화는 감소하는 반면에 작업 기억

(working memory)과 집중(attention)과 관련된 전전두엽(prefrontal lobe)과 췌기전소엽(precuneus region) 부분이 활성화되었다[15]. 이는 청자가 소음 상황에서 화자의 메시지를 이해하기 위해서 더 많은 인지적 노력을 기울이고 있다는 것을 시사한다. 즉, 소음은 청자에게 소음과 말소리가 섞여 있는 음향 신호에서 말소리를 분리하고 목표 단어의 음운, 의미, 운율과 같은 언어적 정보를 처리하는데 인지적 부담으로 작용하는 것이다[16][17].

마비말장애인의 말명료도는 소음 유형과 신호대잡음비와 같은 환경적 변수들에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 마비말장애인의 말명료도를 정확하게 이해하기 위해서는 마비말장애인이 실제로 생활하는 장소에서의 환경적 변수를 고려해야 한다는 것을 시사한다. 즉, 말명료도를 향상시키기 위해서, 마비말장애인은 최대한 소음을 줄이고 신호대잡음비를 높일 수 있도록 환경을 조성하며, 소음 상황에서 타인과 일상대화를 할 때는 다양한 언어 전략을 사용하여 의사소통의 효율성을 높이도록 해야 할 것이다. 소음 상황에서 마비말장애인의 말명료도는 음향과 음소 정보의 조합(acoustic-phonetic match)에 의한 상향식(bottom-up approach), 구문과 의미 문맥(syntactic and semantic context)에 의한 하향식(top-down approach), 두 가지 방식이 상호작용하여 청자의 언어-인지 처리의 결과물로 나타난 것이다[17]. 본 연구에서는 마비말장애인의 말명료도에서 청자의 언어-인지 역할과 처리 과정에 대해서는 다루지 않았는데, 향후에는 마비말장애인의 말명료도에 대해서 심층적으로 살펴보기 위해서 방해 요소인 소음이 제시될 때 청자 특정한 언어-인지 능력이 마비말장애인의 말명료도에 미치는 영향에 대해서 연구할 필요가 있겠다. 또한, 본 연구에서는 소음 유형과 신호대잡음비가 경도-중등도의 조음 중증도를 보이는 경직형 마비말장애인의 말명료도에 미치는 영향을 분석하였다. 향후 연구에서는 다양한 마비말장애인의 유형과 조음 중증도에 따라라도 소음 유형과 신호대잡음비가 말명료도에 미치는 영향에 차이가 나타나는데 대해서도 살펴볼 필요가 있겠다.

### 감사의 글

본 연구에 필요한 소음 조건에서의 마비말장애인의 음성 파일 제작에 도움을 준 광주과학기술원 박지훈 선생님께 감사드립니다. 또한, 본 연구의 실험과 자료 수집에 도움을 준 이화여자대학교 언어병리학과 송한내, 한지후에게도 감사드립니다.

### 참고문헌

[1] Kim, S. J., & Shin, J. Y. (2007). *Articulatory and Phonological Disorders*. Seoul: Sigma press.

- (김수진, 신지영 (2007). 조음음운장애. 서울: 시그마프레스.)
- [2] McAuliffe, M. J., Borrie, S. A., Good, P. V., & Hughes, L. (2010). Consideration of the listener in the assessment and treatment of dysarthria, *Acquiring Knowledge in Speech, Language, and Hearing*, Vol. 12, No. 1, 16-19.
- [3] Kim H., Martin, K., Hasegawa-johnson, M., & Perlman, A. (2010). Frequency of consonant articulation errors in dysarthric speech, *Clinical Linguistics & Phonetics*, Vol. 24, No. 10, 759-770.
- [4] Kent, R. D., Weismer, G., & Kent, J. F. (1989). Toward phonetic intelligibility testing in dysarthria, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, Vol. 54, No. 4, 482-499.
- [5] Centil, M. (1992). Phonetic intelligibility testing in dysarthria for the use of French language clinicians, *Clinical Linguistics & Phonetics*, Vol. 6, No. 3, 179-189.
- [6] Theodoros, D. G., Murdoch, B. E., & Goozee, J. V. (2001). Dysarthria following traumatic brain injury: Incidence, recovery, and perceptual features, In B. E. Murdoch & D. G. Theodoros (Ed.), *Traumatic brain injury: Associated speech, language, and swallowing disorders* (27-51). San Diego, CA: Singular.
- [7] Sitler, R. E., Schiavetti, N., & Metz, D. (1983). Contextual effects in the measurement of hearing-impaired speakers' intelligibility, *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 26, No. 1, 30-35.
- [8] Kent, R. D., Miolo, G., & Bloedel, S. (1994). The intelligibility of children's speech: A review of evaluation procedures, *American Journal of Speech-Language-Pathology*, Vol. 3, No. 2, 81-90.
- [9] Kim, S. J. (2002). The role of speech factors in speech intelligibility, *Malsori*, No. 43, 25-44. (김수진 (2002). 언어장애인의 말명료도에 영향을 미치는 말요인: 문헌연구, 말소리, 제43호, 25-44.)
- [10] Lindblom, B. (1990). On the communication process: speaker-listener interaction and the development of speech, *Augmentative and Alternative Communication*, Vol. 6, No. 4, 220-230.
- [11] Jarman, R. F. (1980). Cognitive processes and syntactical structure: Analysis of paradigmatic and syntactic associations, *Psychological Research*, Vol. 41, No. 2, 153-167.
- [12] Darwin, C. J. (2008). Listening to speech in the presence of other sounds, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 363, No. 1493, 1011-1021.
- [13] Loven, F. C., & Collins, M. J. (1988). Reverberation, masking, filtering, and level effects on speech recognition performance, *Journal of Speech and Hearing*

- Research*, Vol. 31, No. 4, 681-695.
- [14] Sarampalis, A., Kalluri, S., Edwards, B., & Hafter, E. (2009). Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Vol. 52, No. 5, 1230-1240.
- [15] Wong, P. C. M., Jin, J. X., Gunasekera, G. M., Abel, R., Lee, E. R., & Dhar, S. (2009). Aging and cortical mechanisms of speech perception in noise, *Neuropsychologia*, Vol. 47, No. 3, 693-703.
- [16] Pichora-Fuller, M. K. (2003). Cognitive aging and auditory information processing, *International Journal of Audiology*, Vol. 42, No. 2, 26-32.
- [17] Liss J. M. (2007). The role of speech perception in motor speech disorders, In: Weismer, G.(Ed.), *Motor speech disorders* (187-219). United Kingdom, OX: Plural Press.
- [18] Papso, C. F., & Blood, I. M. (1989). Word recognition skills of children and adults in background noise, *Ear and Hearing*, Vol. 10, No. 4, 235-236.
- [19] Simpson, S. A., & Cooke, M. (2005). Consonant identification in *N*-talker babble is a nonmonotonic function of *N*(L), *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 118, No. 5, 2775-2778.
- [20] Van Engen, K. J., & Bradlow, A. R. (2007). Sentence recognition in native- and foreign-language multi-talker background noise, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 121, No. 1, 519-526.
- [21] Howard, C. S., Munro, K. J., & Plack, C. J. (2010). Listening effect at signal to noise ratios that are typical of the school classroom, *International Journal of Audiology*, Vol. 49, No. 12, 928-932.
- [22] McAuliffe, M. J., Schaefer, M., O'Beirne, G. A., & LaPointe, L. L. (2009). Effects of noise upon the perception of speech intelligibility in dysarthria, *American-Speech-Language-Hearing Association (ASHA) Annual Convention 2009*, 19-21 Nov 2009, New Orleans, LA, USA.
- [23] McAuliffe, M. J., Good, P. V., O'Beirne, G. A., LaPointe, L. L. (2008). Influence of auditory distraction upon intelligibility ratings in dysarthria, *Fourteenth Biennial Conference on Motor Speech - Motor Speech Disorders & Speech Motor Control*, 6-9 Mar 2008, Monterey, CA, USA.
- [24] Kim, M. J., Pea, S. Y., & Park, C. I. (2007). *Assessment of phonology and articulation for children*, Human Brain Research & Consulting.  
(김민정, 배소영, 박창일 (2007). 아동용 발음평가, 휴브알앤씨.)
- [25] Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological disorders III: A procedure for assessing severity of involvement, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, Vol. 47, No. 3, 256-270.
- [26] Choi, D. L., Kim, B. W., Lee, Y. J., Um, Y. N., & Chung, M. H. (2011). Design and creation of dysarthric speech database for development of QoLT software technology, *Speech Database and Assessments (Oriental COCOSDA)*, 26-28 Oct 2011, Hsinchu City, Taiwan.
- [27] Sperry, J. L., Wiley, T. J., & Chial, M. R. (1997). Word recognition performance in various background competitors, *Journal of the American Academy of Audiology*, Vol. 8, No. 2, 71-80.
- [28] Crandell, C. C. (1993). Speech recognition in noise by children with minimal degrees of sensorineural hearing loss, *Ear and Hearing*, Vol. 14, No. 3, 210-216.
- [29] Tabri, D., Chacra, K. M. S. A., & Pring, T. (2011). Speech perception in noise by monolingual, bilingual and trilingual listeners, *International Journal of Language and Communication Disorders*, Vol. 46, No. 4, 411-422.

- **이영미 (Lee, Young Mee), 제1저자**  
이화여자대학교 대학원 언어병리학과  
서울특별시 서대문구 대현동  
Tel: 02-3277-4011  
Email: bravebank@hanmail.net  
관심분야: 청각장애, 말지각, 말명료도  
현재 언어병리학과 대학원 박사과정 수료

- **심현섭 (Sim, Hyun Sub), 제2저자**  
이화여자대학교 대학원 언어병리학과  
서울특별시 서대문구 대현동  
Tel: 02-3277-3538  
Email: simhs@ewha.ac.kr  
관심분야: 유창성장애  
1999~현재 언어병리학과 교수

- **성지은 (Sung, Jee Eun), 교신저자**  
이화여자대학교 대학원 언어병리학과  
서울특별시 서대문구 대현동  
Tel: 02-3277-2208  
Email: jeesung@ewha.ac.kr  
관심분야: 신경언어  
2010~현재 언어병리학과 교수

## 부록 1. 마비말장애인의 말명료도 평가에 사용한 단어

Appendix 1. The words used for evaluating speech intelligibility.

번호	단어	음절수	초성		종성	
			어두초성	어중초성	어중종성	어말종성
1	거북이	3		[비]		
2	그네	2	[기]	[니]		
3	꽃	1	[기]			[디]
4	눈사람	3	[니]		[니]	[미]
5	단추	2	[디]	[치]	[니]	
6	딸기	2	[띠]	[기]		
7	모자	2	[미]	[지]		
8	뱀	1	[비]			[미]
9	빨대	2	[삐]	[띠]		
10	색종이	3		[찌]		
11	옥수수	3		[씨]	[기]	
12	우산	2	[ㅇ]*	[시]		[니]
13	이빨	2	[ㅇ]*	[삐]		[리]
14	책	1	[치]			[기]
15	컵	1	[키]			[비]
16	토끼	2	[티]	[기]		
17	포도	2	[포]	[디]		
18	햄버거	3	[ㅎ]		[미]	
19	호랑이	3		[리]		
20	화장실	3	[ㅎ]	[시]	[ㅇ]	

\*[ㅇ]: 음가 없는 초성 [ㅇ]