

# 한국어의 자모음비(CVR)에 따른 무의미음절의 단어인지도 변화

가야대학교 언어치료청각학과,<sup>1</sup> 한림국제대학원대학교 청각학과<sup>2</sup>  
이 소 예<sup>1</sup> · 이 경 원<sup>2</sup>

## ABSTRACT

### Effects of Word Recognition Score as a Function of Consonant-to-Vowel Ratio (CVR) in Korean Non-sense Syllables

So Ye Lee<sup>1</sup> and Kyoung Won Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Speech Pathology and Audiology, Kaya University, Gyeongnam, Korea

<sup>2</sup>Department of Audiology, Hallym University of Graduate Studies, Seoul, Korea

Non-linear amplification may increase intensity of consonants through improvement of consonants-to-vowel ratio (CVR). In this study, we evaluated the effects of word recognition scores for nonsense consonant-vowel (CV) syllables as a function of CVR. Twenty adults (32 ears) with sensorineural hearing loss participated and five consonants (/s/, /tɕʰ/, /kʰ/, /tʰ/, /pʰ/) and three vowels (/u/, /a/, /i/) were used in this study. CV syllables were recorded by male and female talkers and combined with speech noise at 5 different CVR (0, 3, 6, 9, 12 dB). Randomized list of 150 nonsense CV syllables was presented to the participants at the most comfortable level. As a results, no significant differences were observed between the male and the female talkers in nonsense syllables recognition at all CVR. However, results indicated that audibility of consonants improved when CVR increased up to 6 dB or more. Error analysis demonstrated that substitution errors were the most frequently made in word-initial position and vowels. These findings provide meaningful information about auditory rehabilitation for the Korean hearing impaired and also help audiologists to make an effective decision on the compression threshold, compression ratio, and attack and release time of non-linear hearing aids.

**KEY WORDS :** Consonant · Consonant-to-vowel ratio (CVR) · Non-sense syllable · Vowel.

## INTRODUCTION

감각신경성난청(sensorineural hearing loss, SNHL)이 발생하면 역동범위(dynamic range), 주파수(spectral) 및 시간(temporal)적인 분석능력의 감소로 인해 단어인지도(word recognition score, WRS)의 저하를 초래한다.<sup>8)9)-11)13)14)16)</sup> 유모세포의 손상으로 인한 역동범위의 감소는 청력역치(hearing threshold level)의 상승으로 인해 발생하며 이로 인해 어음(speech sound)의 일부를 들을 수 없거나 약하게 듣게 되는데, 일반적으로 모음보다는 에너지가 약한 자음의 청취에 더 많은 어려움을 겪는다.<sup>7)</sup> 또한 어음

은 주파수(frequency)와 강도(intensity)가 빠르게 변화하는 특징을 가지고 있으며, 주파수 및 시간에 대한 분석능력의 감소 또한 WRS가 저하하는 중요한 원인이다. 청력역치의 상승으로 인해 어음의 청취력에 문제가 발생하는 경우는 보청기 등 증폭기의 착용을 고려할 수 있다. 특히 어음 중에서 자음의 청취력이 문제가 되는 경우는 광역동범위압축(wide dynamic range compression) 방식의 비선형(non-linear type) 증폭기가 효과적인데, 작은 음압이 보청기로 유입될 때 이득이 최대가 되어 에너지가 약한 자음의 증폭에 유리하다. 또한 압축시간(attack time) 및 해제시간(release time)을 수 msec 이내로 빠르게 조절하면 에너지가 약한 자음의 에너지만 증폭할 수 있어서 자모음비(consonant-to-vowel ratio, CVR)의 조절이 가능하다. CVR은 모음에 대한 자음의 에너지 비를 의미하며, CVR이 증가할수록 어음청취에 유리하다고 알려져 있다.<sup>10)12)</sup> 그러나 이경원 등(2008)<sup>4)</sup>의 연구에서 한국어의 스펙트럼이 영어와 서로 다른 형태를 나타냈다고 보고하였듯이 한국어에 대해

논문접수일 : 2010년 4월 30일

논문수정일 : 2010년 6월 7일

게재확정일 : 2010년 6월 14일

교신저자 : 이경원, 135-841 서울 강남구 대치동 907-13

한림국제대학원대학교 청각학과

전화 : (02) 2051-4951 · 전송 : (02) 3453-6618

E-mail : leekw@hallym.ac.kr

서도 CVR의 변화에 따른 인지능력의 변화를 살펴볼 필요가 있다. CVR에 따른 인지도의 변화 연구는 보청기의 압축역치 (compression threshold), 압축비율(compression ratio), 압축시간 및 해제시간 등의 결정에 도움을 줄 수 있다.

본 연구에서는 감각신경성 난청인에게 CVR의 변화에 따라 자모음(consonant-vowel, CV) 음절의 인지도가 어떻게 변화하는지를 알아보고자 하였다. 이를 통하여 한국 난청인이 착용하는 비선형 증폭기의 압축역치 및 압축비율 그리고 압축시간 및 해제시간의 효과적인 결정에 도움을 주고자 하였다.

## MATERIALS AND METHODS

### 연구대상

대상자는 18세 이상의 성인으로, 육안 관찰 시 외이 및 중이에 병변이 없는 SNHL로 청력손실 시기는 언어습득 이후였다. 대상자 수는 20명(32귀)이었으며, 남자 14명(22귀), 여자 6명(10귀)이었다. 대상자 연령의 평균은 남자 60.4세(range: 28~88세, SD; 23.0세), 여자 67.7세(range: 39~82세, SD; 11.1세)였고, 평균 순음역치(pure tone average)는 3분법으로 59.5 dB HL (range: 33.3~83.3 dB HL, SD; 13.4 dB HL)이었다. 대상자 분류 시 청력손실의 기간, 보청구의 착용여부 등은 고려하지 않았다.

SNHL을 확인하기 위하여 이경(otoscopy)을 통한 고막의 관찰 그리고 순음 기도 및 골도 검사를 실시하였으며, 250~4,000 Hz 기·골도 차(air-bone gap)가 10 dB 이하를 기준으로 중이질병의 유무를 평가하였다. 또한 언어습득의 여부와 사전병력은 검사 전 배경정보를 통해 확인하였다.

### 검사장비

순음 기도 및 골도 청력의 평가는 Interacoustic 사의 AA1200, 수화기는 TDH-39, 골진동기는 B71을 사용하였다. 어음인지역치(speech recognition threshold)검사는 조수진 등(2008),<sup>6)</sup> WRS 검사는 김진숙 등(2008)<sup>1)</sup>

의 리스트를 사용하였다. 검사어음은 /사/, /츠/, /키/, /티/, /프/ 등 5개의 무성자음에 /T/, /F/, /L/ 등 3개의 모음을 조합한 한국어 CV음절을 사용하였으며, CVR은 KAY PENTAX 사의 CSL (computerized speech lab)과 Adobe Audition 3.0 프로그램을 사용하여 조절하였다. 신호음은 CD (Panasonic SL S130) 또는 mp3 (iPod A1137)에 저장한 후 청력검사기에 연결하여 제시하였다.

### 검사어음의 제작

검사어음은 표준어를 사용하는 남녀 각각 1인의 화자가 선택한 15개의 CV음절을 순서대로 발성하여 녹음하였다. AKG C3000B 송화기를 사용하였으며, 표본화주파수(sampling frequency)는 44.1 kHz, 표본화비트(sampling bit)는 16 비트였다. 재생 시 각 어음의 강도를 일정하게 하기 위해 Adobe Audition 3.0 프로그램을 통해 실효치(root mean square)를 조정하였다. 남녀 화자로 녹음한 각 검사어음은 실험 전 정상청력을 가진 2명이 미리 들어보아 발음이 부정확하거나 과조음된 CV음절은 같은 화자를 통하여 재녹음하였다.<sup>2)</sup>

녹음한 CV음절은 언어학적인 영향을 최대한 배제하고, CSL을 이용해 파형(wave form)과 스펙트로그램(spectrogram)으로 분석하고, 자음과 모음 부분을 육안으로 관찰하여 안정된 모음 구간, 즉 규칙적인 모음의 파형이 시작되는 지점을 확대하여 모음의 시작점을 찾아 분리위치를 선택하였다.<sup>3)</sup> 분리위치를 정한 후 Adobe Audition 3.0 프로그램에서 자음 부분만 선택해 0, 3, 6, 9, 12 dB의 5단계로 각각 증폭하였다. 제작한 검사어음을 여러 번 들어 보고, CV의 연결이 자연스럽게 들리지 않거나 왜곡이 심하게 나타난 경우에는 자음구간의 선택을 달리 해보는 등 CV음절이 자연스럽게 들리도록 CVR을 조절하였다(Fig. 1).

실효치가 조절된 검사어음은 남녀 화자를 합하여 총 150개이며, 순서는 CVR을 조절한 남녀 화자 별 75개의 음을 각각 무작위(random)로 배치하였으며, 같은 CV음절이 연

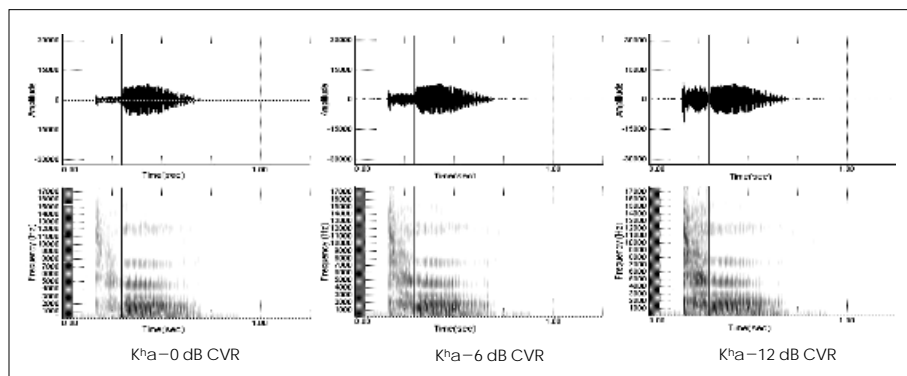


Fig. 1. Examples of waveforms and spectrograms of the CV syllable [kʰa] at three CVR conditions (0, 6 and 12 dB).

속해서 나오지 않도록 하였다. 그리고 CV음절의 길이는 발화길이를 포함하여 3.5 sec로 조절하였다.

**실험절차**

검사는 기·골도 순음청력검사와 어음인지역치 및 WRS 검사를 시행한 후 피검자의 쾌적수준(most comfortable level, MCL)에서 CV음절을 TDH-39 헤드폰을 통하여 제시하였다. 결과의 기록은 검사자의 판단을 정확하게 하기 위해서 피검자가 듣는 어음을 받아 적게 하였다. 검사 진행 도중 10분 이상 검사에 집중을 할 수 없거나, 불편을 호소하는 경우 순음 및 어음 검사 후 잠시 휴식을 취하거나, 다음에 방문할 것을 유도하였다. 검사 귀는 양측 청력이 대칭형인 경우와 양측 청력의 차가 20 dB 이내의 비대칭인 경우 양쪽을 모두 검사하였으며, 한쪽이 농인 경우와 양측 청력 차가 20 dB 이상의 심한 편측성 난청인 경우 좋은 쪽을 검사하였다.

**분석방법**

통계 프로그램은 SPSS (version 12.0)를 사용하였다. CVR 별 인지도의 변화 그리고 CVR에 따른 각 자음 및 모음 별 인지도의 차이는 반복측정 일원분산분석(1-way ANOVA with repeated measure)과 이원분산분석(2-way ANOVA with repeated measure)을 시행하였으며, 사후분석으로는 LSD를 실시하였다.

**RESULTS**

**남녀 화자에 의한 CV음절의 인지도 비교**

0, 3, 6, 9, 12 dB의 CVR에서 남녀 화자에 의한 무의미 CV음절의 인지도는 모든 CVR에서 유의미한 차이는 없었

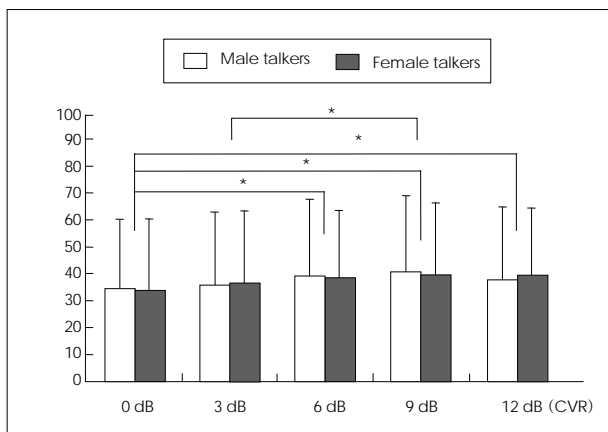


Fig. 2. Comparisons between male and a female talker with the word recognition score of the nonsense CV syllables at five different CVRs (0, 3, 6, 9, 12 dB). \*:  $p < .05$ .

다( $F(1,31) = .02, p > .05$ ). 각각의 CVR에서 남녀 화자 별 무의미 CV음절 인지도의 평균 및 표준편차는 <Fig. 2>와 같다.

**CVR에 따른 CV음절의 인지도 변화**

난청그룹 내에서 CVR을 0, 3, 6, 9, 12 dB로 변화했을 때 무의미 CV음절의 인지도는 33.8%, 35.8%, 38.7%, 40.1%, 38.0%로 나타나 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $F(1.89, 58.73) = 4.18, p < .05$ ). 사후검정을 실시한 결과 CVR이 0 dB일 때에는 6 dB, 9 dB, 12 dB의 CVR, 3 dB일 때에는 9 dB의 CVR 간에 유의미한 차이( $p < .05$ )를 나타내어 자음을 6 dB 이상 증폭을 했을 때 CV음절의 인지도에 차이가 나타나는 것을 알 수 있었다(Fig. 2).

**CVR의 변화에 따른 모음 및 자음의 인지도 변화**

자음에 상관없이 모음 /ʌ/, /ɪ/, /i/ 간에는 인지도에 유의미한 차이( $p < .001$ )가 있었으며, 특히 모음 /ɪ/는 /ʌ/에 비해 인지도가 가장 좋은 결과로 나타났다(Fig. 3). 사후검정 결과 모음 /ʌ/와 /i/는 CVR의 증가에 따라 인지도가 증가하는 유의미한 결과( $p < .05$ )로 나타났지만 모음 /ɪ/는 인지도는 가장 높았으나 CVR에 따른 효과는 없었다. 모음에 상관없이 자음 /s/, /ʃ/, /k/, /t/, /p/ 간 인지도에는 유의미한 차이가 있었고( $p < .001$ ), 자음 /k/는 /t/에 비해 평균 20% 이상 좋은 인지도를 나타냈다. 하지만 자음 /s/, /ʃ/, /p/는 CVR의 증가에 따라 인지도가 의미 있게 증가하였으나( $p < .05$ ), 자음 /k/와 /t/는 CVR의 증가에 따른 유의미한 차이는 없었다(Fig. 4).

**후행모음에 따른 CV음절의 인지도 변화**

CVR에 관계없이 자음 /s/, /ʃ/, /k/, /t/, /p/에 각각 모음 /ʌ/, /ɪ/, /i/가 후행했을 때 모음에 따른 자음의 인지도 차이를 비교하였다. 자음에 모음 /ɪ/가 후행했을 때

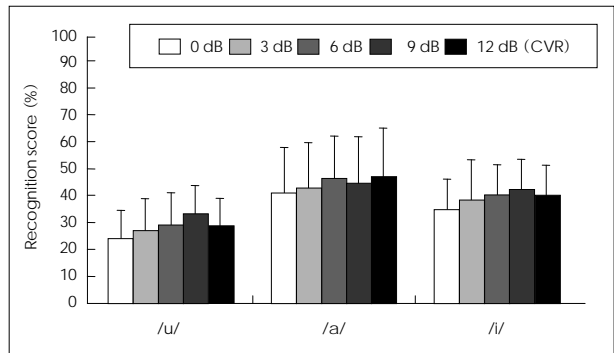


Fig. 3. The effects of word recognition scores of the nonsense CV syllables as a function of CVR conditions (0, 3, 6, 9, 12 dB) at vowel /u/, /a/, /i/.

Table 1. The error pattern of nonsense CV syllables

	초성자음		중성자음 첨가	모음 대치	다른 단어	무응답
	대 치	생 략				
(%)	83.36	0.23	4.58	26.10	0.20	6.61

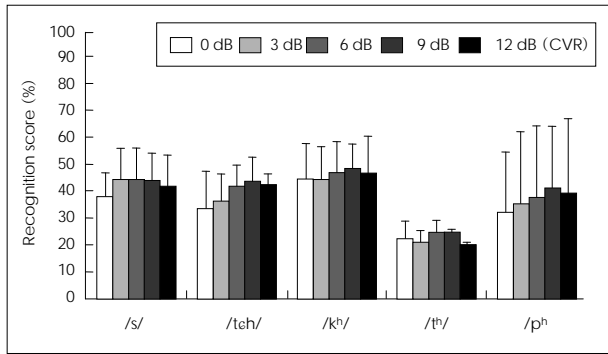


Fig. 4. The effects of word recognition scores of the nonsense CV syllables as a function of CVR conditions (0, 3, 6, 9, 12 dB CVR) at consonant /s/, /tch/, /kʰ/, /tʰ/, /pʰ/.

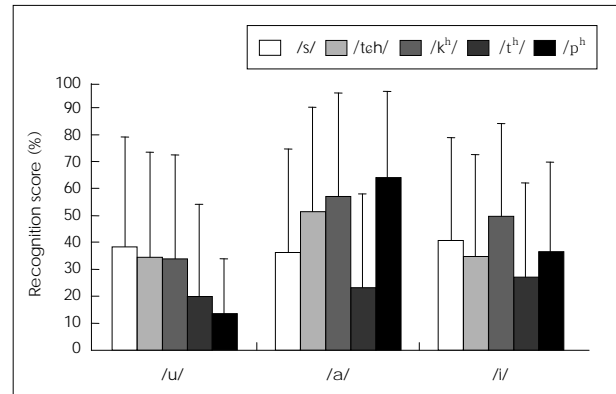


Fig. 5. The effects of word recognition scores of consonants (/s/, /tch/, /kʰ/, /tʰ/, /pʰ/) at each vowel /u/, /a/, /i/.

인지도가 가장 좋게 나타났으며(Fig. 3), 특히 자음 /ㅈ/, /ㅋ/, /ㅍ/는 모음 /ㅓ/가 후행했을 때보다 모음 /ㅏ/가 후행했을 때 더 잘 인지하는 결과를 나타냈다(Fig. 5). 자음 그리고 모음 별 무의미 CV음절의 인지도는 유의미한 차이가 나타났으며( $p < .001$ ), 모음과 자음 간 상호작용에도 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < .001$ ).

CV음절의 오류패턴

검사어음에서 오류율을 분석한 결과 초성자음의 대치가 83.36%로 가장 많은 오류를 나타내었고, 다음은 모음의 대치가 26.10%였다(Table 1).

DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

본 연구에서는 SNHL이 어음인지에 어려움을 보이는 음소 즉, 자음 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅋ/, /ㅌ/, /ㅍ/를 모음 /ㅓ/, /ㅏ/, /ㅣ/와 조합한 무의미 CV음절 15개를 0, 3, 6, 9, 12 dB의 CVR로 조절한 후 남녀 화자 별로 각각 75개의 검사어음을 제작하고, 대상자의 MCL에서 무작위로 제시하여 CVR에 따른 무의미 CV음절의 인지도 변화를 살펴보았다.

남녀 화자 별 인지도의 차이는 유의미하게 나타나지 않았다. 그러나 각 CVR 별 남녀 화자 간에 표준편차가 크게 나타난 결과로 인해 난청그룹군의 인지도에 있어 개인차가 크다는 것을 알 수 있었으므로, 남녀 화자 별 유의미한 차이가 나타나지 않은 것으로 생각한다. 역시 검사어음으로 선택한 자음 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅋ/, /ㅌ/, /ㅍ/는 SNHL인이 알아듣기 어렵고, 혼동이 되며 심지어는 모든 자음이 다 똑같이 들린다고도 했다. 하지만 CVR에 따른 인지도의 차이는

CVR이 0 dB에서 6 dB, 9 dB와 12 dB로 증가했을 때 유의미한 결과( $p < .05$ )가 나타나 향후 CVR의 적용 효과를 기대할 수 있다. 무의미 일음절어를 난청인에게 제시하였을 때 같은 초성자음이라도 후행 모음에 따라 인지하는데 차이가 있다는 것을 알 수 있었다.

Sammeth 등<sup>15)</sup>는 CVR을 높이기 위해 본 연구와는 반대로 자음은 일정하게 유지하고, 모음의 강도를 낮추어 실험을 한 결과 CVR의 증가로 인한 인지도의 개선은 보이지 않는다고 하였다. 하지만 자음만 따로 분리한 음소만 제시했을 때 보다 모음과 자음이 조합된 단어를 제시했을 때 어음인지가 유의미하게 개선되었다고 하였는데, 이러한 결과는 자음에 모음이 결합되었을 때 포먼트의 변화와 주파수의 변화로 인해 전이에너지의 발생으로 자음만 들려주었을 때 보다 더 잘 인지한 것으로 추측된다. 본 연구에서 /ㅏ/가 후행 모음일 때 잘 인지하는 것으로 나타나 Sammeth 등<sup>15)</sup>의 연구에서 /a/를 후행 모음으로 선택한 이유와 유사한 결과가 나타난 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅌ/는 같은 주파수대의 자음일지라도 CVR을 적용한 검사어음 전체에서 /ㅊ/는 /ㅈ/와 /ㅌ/ 보다 인지도가 더 높게 나타나 유의미한 차이를 나타냈으며, /ㅋ/와 /ㅍ/별 인지도에 대한 유의미한 차이는 나타나지 않아 주파수분포 보다는 후행 모음이나 각 자음의 강도에 따라 인지도의 차이에 영향을 미치는 이유로 생각된다. 그러나 자음 /ㅋ/의 인지도가 가장 높게 나타난 점과 자음 /ㅌ/의 인지도가 가장 저조하게 나타난 결과로 볼 때 이주현 등(2005)<sup>5)</sup>의 연구 우리말 주파수 분포에서 고주파수대에 분포하는 자음일수록 SNHL이 변별하기에 더 어렵다는 것을

알 수 있었다.

또한 본 연구에서 검사 결과에 따라 무의미 CV음절의 인지도에 있어 오류유형을 살펴보았다. 초성자음대치가 가장 많은 오류를 나타내었고, 모음대치 오류가 두 번째로 많았다. 본 연구의 검사 시 특징적인 점은 CV음절을 검사어음으로 제시하였음에도 불구하고 목표 음에 /ㄱ/, /ㅂ/, /ㄴ/을 첨가하여 인지하는 오류를 보였고, 자음이 증폭될수록 모음은 /ㅏ/→/ㅑ/, /ㅓ/→/ㅕ/로 대치하는 오류도 나타났다. 대상자는 60~80대가 많아 연령이 높고 전체 대상자의 난청 유형이나, 정도가 다양하지 않아 CVR에 따른 인지도를 여러 측면에서 관찰하기에는 한계점이 있었다.

난청인이 에너지가 약한 자음, 즉 고주파수대역을 잘 듣게 하기 위해 모음대비 자음을 증폭시키는 것이 항상 좋은 결과를 가지고 오는 것만은 아니며, 몇몇 자음의 인식에 있어서만 CVR이 도움이 될 수 있다.<sup>10)</sup> CV음절의 인지도와 잘 들리는 강도에 의해 가장 많은 영향을 주는 요인은 자음이며, 개인에게 맞는 CVR의 조절과 자모음의 조합이 자음인지를 향상시켜줄 수 있다.<sup>12)</sup>

본 연구의 결과는 향후 감각신경성 난청인이 착용하는 비선형 증폭기의 압축역치 및 압축비율 그리고 압축시간 및 해제시간을 결정하는데 있어서 의미 있는 정보가 될 것으로 생각한다. 나아가 CV, VC (vowel-consonant) 등 다양한 어음에 대해 난청인의 연령, 증폭기의 종류 및 착용기간 등을 고려하여 신호대잡음비(signal-to-noise ratio) 등과 같은 청취환경의 조절을 통한 CVR에 따른 인지도의 연구는 의미가 있을 것으로 생각한다. 이와 같이 한국어와 관련된 지속적인 연구는 한국 난청인에 대한 상담, 보청기의 착용, 청능재활의 계획수립 등에 많은 정보와 이점을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

중심 단어 : 모음 · 무의미음절 · 자모음비 · 자음.

## REFERENCES

1. 김진숙, 임덕환, 홍하나, 신현옥, 이기도, 홍빛나, 이정학. 한국 표준 일반용 단음절어표 개발. 청능재활. 2008;4(2):126-140.
2. 노복임. 고주파수 및 수평형난청인의 무의미단음절의 인지와 오류유형에 관한 연구. 한림국제대학원대학교. 청각학과. 석사학위논문;2009.
3. 양병곤. 영어 CV음절의 음향적 특성 고찰. 음성과학. 2006;13(4):127-140.
4. 이경원, 이재희, 이정학. 한국어음을 이용한 대화자잡음의 개발 시안. 청능재활. 2008;4(1):24-27.
5. 이주현, 장현숙, 정한진. 한국어 음소의 주파수 특성에 관한 연구. 청능재활. 2005;1(1):59-66.
6. 조수진, 임덕환, 이경원, 한희경, 이정학. 어음인지역치검사를 위한 한국표준 일반용 이음절어표 개발. 청능재활. 2008;4(1):28-36.
7. Byrne D, Dillon H, Tran K, Arlinger S. An international comparison of long term average spectra. J Acoust Soc Am. 1994;96(4):2108-2120.
8. Danaher ES, Pickett JM. Some masking effects produced by low frequency vowel formants in persons with sensorineural loss. J Speech Lang Hear R. 1975;17:324-338.
9. Danaher ES, Wilson MO, Pickett JM. Backward and forward masking in listeners with severe sensorineural hearing loss. J Speech Lang Hear R. 1978;17:324-338.
10. Hickson L, Byrne D. Consonant perception in quiet: effect of increasing the consonant-vowel ratio with compression amplification. J Am Acad Auiol. 1997;8(5):322-332.
11. Hygge S, Ronnberg J, Larsby B, Arlinger S. Normal hearing and hearing-impaired subjects' ability to just follow conversation in competing speech, and noise backgrounds. J Speech Lang Hear R. 1992;5:208-215.
12. Kennedy E, Levitt H, Neuman AC, Weiss M. Consonant-vowel intensity ratios for maximizing consonant recognition by hearing-impaired listeners. J Acoust Soc Am. 1998;104(4):1098-1114.
13. Martin ES, Pickett JM. Sensorineural hearing loss and upward spread of masking. J Speech Lang Hear R. 1970;13:426-437.
14. Peters RW, Moore BC, Baer T. Speech reception thresholds in noise with and without spectral and temporal dips for hearing impaired and normally hearing people. J Acoust Soc Am. 1998;103(1):577-587.
15. Sammeth CA, Dorman MF, Stearns CJ. The role of consonant-vowel amplitude ratio in the recognition of voiceless stop consonants by listeners with hearing impairment. J Speech Lang Hear R. 1999;42:42-55.
16. Zwicker E, Schorn K. Temporal resolution in hard-of-hearing patients. Audiology. 1982;21:474-494.