

어음잡음하에서 자모음비에 따른 감각신경성난청인의 무의미음절인지도

다산청능재활연구원¹ · 한림대학교 일반대학원 언어청각학과² · 한림국제대학원대학교 청각학과³
공혜경^{1,3} · 주연미² · 이경원³

ABSTRACT

Nonsense Syllable Recognition Scores as a Function of Consonant-to-vowel Ratios in Speech Noise for Sensorineural Hearing Loss

Hye Kyoung Kong^{1,3}, Yeon Mi Joo² and Kyoung Won Lee³

¹Dasan Aural Rehabilitation Lab, Seoul, Korea

²Department of Speech Pathology and Audiology, Hallym University Graduate School, Chuncheon, Korea

³Department of Audiology, Hallym University of Graduate Studies, Seoul, Korea

Several studies in English language reported that consonant-to-vowel ratio (CVR) could significantly affect non-sense monosyllabic recognition for listeners with sensorineural hearing loss (SNHL). This study aimed to examine the consonant-vowel (CV) Korean syllable recognition as a function of CVRs with or without background noise. Eighteen listeners with SNHL participated in this study (average age of 66.4 years). The target CV syllables consist of combinations between five consonants of /s/, /t^h/, /k^h/, /t^h/, and /p^h/ and a vowel /a/. The ratios of the CV syllables were adjusted to be 0, +6, and +12 dB, and the target syllables were presented at listeners' most comfortable level without or with noise (at signal-to-noise ratios of +6 dB, 0 dB and -6 dB). Results showed that the recognition scores of CV syllable increased with greater SNRs. The recognition score was significantly greater with CVR of 0 dB compared to CVRs of +6 and +12 dB. Only at 0 dB SNR condition, syllable recognition increased as a function of CVR. In conclusion, an increase of CVR may be beneficial to non-sense syllable recognition of hearing-impaired listeners especially in noise. This finding may be informative to select compression ratio, compression threshold, attack time, and release time of non-linear hearing aids.

KEY WORDS : Word recognition score, Consonant-to-vowel ratio, Signal-to-noise ratio, Nonsense syllable, Sensorineural hearing loss, Release time

INTRODUCTION

감각신경성난청(sensorineural hearing loss, SNHL)은 와우 내 유모세포의 손상으로 청력역치(hearing threshold level, HTL)가 상승하며 이로 인해 역동범위(dynamic range)가 감소하여 다양한 소리의 청취에 어려움을 겪는다.

또한 중추청각처리시스템의 기능 저하로 인하여 시간(temporal) 및 주파수(spectral) 해상도가 저하되어 단어 인지도(word recognition score, WRS)가 감소하며 특히 잡음으로부터 목표어음을 분리하고 인지하는데 어려움이 있다(Dreschler & Plomp, 1985; Shobha et al., 2008; Tyler et al., 1982; Van Tasell, 1993). 이러한 이유로 인해 SNHL은 청력손실이 심하거나 주변에 잡음이 존재할 때 어음청취능력은 더욱 어려워진다(박철호 외, 2008; Cahart & Tillman, 1970; Wilson & McArdle, 2005). 그리고 어음의 청취능력이 있어서 SNHL은 모음보다는 자음의 인지에 어려움을 보이는데 그 이유로 SNHL의 청력역치가 저주파수에 비해서 고주파수에서 더 높게 나타나는

논문접수일: 2013년 04월 27일

논문수정일: 2013년 06월 04일

게재확정일: 2013년 06월 07일

교신저자: 이경원, 135-841 서울시 강남구 대치동 906-18

한림국제대학원대학교 청각학과

전화: (02)2051-4951, 전송: (02)3453-6618

E-mail: leekw@hallym.ac.kr

것과 자음, 특히 무성자음의 에너지가 모음에 비해서 고주파수 대역에서 약한 강도로 나타나는 음향학적인 패턴과 관련이 있다(Byrne et al., 1994; Macrae & Dillon, 1996). 또한 정보전달 측면에서 자음은 짧은 시간 내에 정보를 전달하며 특히 초성 자음의 경우는 단어의 단서(cue)를 제공하지만 소음 속에서는 모음에 비해 주변 소음에 의해 쉽게 차폐되는 현상이 있기 때문이다(Dubno & Schaefer, 1995; Greenberg, 1996).

그동안 서구에서는 영어를 중심으로 SNHL의 자음 청취력을 개선하기 위한 다수의 연구가 있었는데 보편적인 방법으로 상향차폐(upward spread of masking)를 막기 위해서 주파수의 이득을 줄이는 주파수반응곡선의 조절(Verschuure et al., 1994), 약한 자음의 에너지를 증가시키는 자모음비(consonant-to-vowel ratio, CVR)의 조절(Jenstad & Souza, 2005; Souza & Turner, 1996)을 들 수 있다. 이 중에서 CVR은 광역동범위압축(wide dynamic range compression) 방식과 같이 낮은 압축역치(compression threshold)를 사용하는 비선형(non-linear type) 증폭기의 압축시간(attack time) 및 해제시간(release time)을 한 개 음절의 길이보다 빠른 60 msec 이내로 빠르게 조절하면 에너지가 약한 자음 부분을 증폭하여 CVR을 개선할 수 있으며, 이를 통해서 자음 청취력의 향상을 기대할 수 있다(이경원 & 김진숙, 2009; Hickson et al., 1999; Jenstad & Souza, 2005).

CVR은 한 개의 음절에서 자음과 모음을 구성하는 에너지의 비율을 의미하는데 자음과 모음의 종류에 따라 그 비율이 다르게 나타나기 때문에 CVR은 한 개의 음절에서 자음과 모음의 에너지 비율을 조절하지 않은 원래의 상태를 0 dB CVR로 정하여 사용한다. SNHL인의 CVR에 따른 인지도와 관련된 연구를 살펴보면 국외의 경우 Gordon-Salant(1986, 1987), Montgomery et al.(1987), Kennedy et al.(1998), Hickson et al.(1999) 등은 조용한 환경에서, Jayan & Pandey(2012) 등은 잡음이 있는 환경에서 CVR을 +6에서 +12 dB 증가했을 때 자음이 포함된 단음절어의 인지도가 증가하였다고 보고하였다. 국내에서는 SNHL인이 대상인 이소예 & 이경원(2010), 인공와우 착용아동이 대상인 신유정 & 이경원(2011)의 연구에서는

잡음이 없는 환경에서 CVR이 +6 dB 증가할 때 자모음절(consonant-vowel syllable)의 인지도가 향상되었다고 보고 하였다. 반면에 영어권에서는 Hickson & Byrne(1997), Sammeth et al.(1999), Jenstad & Souza(2005) 등의 연구에서는 CVR의 증가가 어음의 인지도에 영향을 주지 않는다고 보고하여 차이를 나타냈다.

상기의 선행 연구에서 알 수 있듯이 SNHL의 CVR에 따른 자음의 인지도의 결과는 다양하게 나타나 결론을 내리지 못하고 있으며, 잡음 하에서 CVR에 따른 자음의 인지도와 관련된 연구가 많지 않은 편인데 SNHL이 소음환경 하에서 어음변별이 어렵다는 점을 감안했을 때 다양한 신호대잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)에서 CVR의 변화에 따른 CV음절인지도의 변화를 살펴 볼 필요가 있다. 이에 따라 본 연구에서는 조용한 상황 그리고 어음잡음(speech noise) 내의 조용한 곳(quiet) 그리고 +6, 0, -6 dB의 SNR에서 한국어 무성자음을 0, +6, +12 dB의 CVR로 변환하여 CVR에 따른 무의미 자모음절인지도의 변화를 SNHL인을 대상으로 알아보고자 하였다. 이를 통하여 비선형증폭기의 압축역치와 압축비율(compression ratio) 그리고 압축시간과 해제시간을 효과적으로 결정하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

MATERIALS AND METHODS

연구대상

본 연구의 대상자는 이과질환 병력이 없으며 육안으로 관찰했을 때 외이도와 고막에 이상 소견이 없는 SNHL인이었다. 대상자 수는 18명(남성 9명, 여성 9명)으로 평균 연령은 66.4세(표준편차; 10.1 세)이었다. 대상자 중 2명은 양측의 청력이 달라서 양측 모두 검사를 제시하였다. 대상자의 500, 1,000, 2,000 Hz의 평균 순음청력역치는 45.3 dB HL(표준편차; 17.8 dB HL), WRS의 평균은 76.0%(표준편차; 16.4 dB HL)이었으며, 청력손실 기간, 보청기 착용경험 유무 등은 고려하지 않았다. 대상자의 주파수 별 HTL과 WRS의 평균과 표준편차는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. 대상자의 각 주파수 별 HTL과 WRS의 평균 그리고 표준편차(SD)

	Frequency(Hz)						WRS(%)
	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
HTL (dB HL)	43.3	40.5	46.3	49.5	55.0	64.3	76.0
SD	20.2	19.3	20.1	19.5	16.5	21.3	16.4

검사 장비

각 주파수 별 HTL과 WRS 검사는 Starkey 사의 AA50과 Interacoustic 사의 GSI 61를 사용하였다. 검사 어음으로 무의미 자모음절은 노복임 & 이재희(2012)의 연구에서 녹음한 것으로 주로 고주파수 대역에 분포하며, 자음의 분리가 용이한 한국어의 무성 자음 /s/, /ʃ/, /ɰ/, /t/, /p/과 이소예 & 이경원(2010)의 연구에서 인지도가 가장 높게 나타난 모음 /a/를 결합한 5개의 CV 음절(/sa/, /ʃa/, /ka/, /ta/, /pa/)을 사용하였다. CVR의 조절은 Adobe Audition(version 3.0) 프로그램을 사용하였으며, 검사어음은 mp3(iRiver-iNP400)에 저장한 다음 청력검사기와 연결하여 TDH-39 헤드폰을 통하여 제시하였다.

CVR 및 SNR의 조절

녹음된 자모음절의 표본화(sampling) 주파수와 비트(bit)는 각각 44,100 Hz와 16 비트이었으며, 녹음한 각각의 자모음절은 동일한 실효치(root-mean-square)를 갖도록 Adobe Audition 상에서 조절하였다. 그 후 5개의 자모음절은 Adobe audition 상에서 파형과 스펙트로그램을 육안으로 관찰하여 규칙적인 모음의 펄스가 시작되는 지점을 찾아 자음과 모음을 분리하였다. 분리 위치를 선택한 후 자음의 파형만 선택하여 Figure 1과 같이 진폭을 0, +6, +12 dB로 각각 증폭하여 총 15개의 자모음절을 제작한 후 건청인에게 듣게 하여 자모음절의 자연스러움과 왜곡의 발생 여부를 확인하였다. SNR의 조절은 quiet 그리고 한국어 스펙트럼과 특성이 비슷하게 제작한 어음잡음(speech noise)과 혼합하여 +6, 0, -6 dB의 SNR로 제작하였다. 재생 시 각 음절 간 존재하는 휴지(silence) 부분

의 간격은 대상자가 제시음을 받아쓰게 하기 위해서 3.5 sec(± 0.5 초)로 유지하였다.

연구절차

연구절차는 이과적 병력 등에 대한 배경정보와 육안관찰을 통해 외이와 고막의 상태를 확인한 후, 순음청력 및 WRS 검사를 실시하였다. 양 귀에 모두 신호음을 제시한 2명을 나머지 대상자는 청력과 WRS가 더 좋은 귀를 선택하여 신호음을 제시하였다. 신호음은 mp3에 저장한 후 청력검사기에 연결하여 자모음절 앞에 녹음된 1 kHz의 보정음(calibration tone)으로 청력검사기를 보정한 후 TDH-39 헤드폰을 통하여 쾌적수준(most comfortable level)으로 제시하여 받아 적게 하였다. 이때 피검자가 보청기를 착용하고 있는 경우는 보청기를 제거하도록 지시하였으며, 본 실험에 소요된 시간은 평균 20분이었다.

통계분석

4 가지 조건의 SNR에서 CVR의 변화에 따른 자모음절 인지도의 차이는 반복측정 이원분산분석(2-way ANOVA with repeated measures)을 통하여 알아보았다. 그리고 각 SNR 조건과 CVR 조건 간의 자모음절인지도의 차이, CVR과 SNR 변수 간의 상호작용을 확인하기 위하여 Bonferroni 사후분석 검정을 실시하였다. 추가적으로 각각의 SNR에서 CVR에 따른 인지도의 변화를 일원분산분석을 실시하였으며, SNR의 조건이 4개임을 감안하여 조정 p 값(adjusted p -value)은 .01을 4로 나눈 .0025를 적용하였다. 통계분석은 프로그램은 SPSS(version 12.0)를 이용하였다.

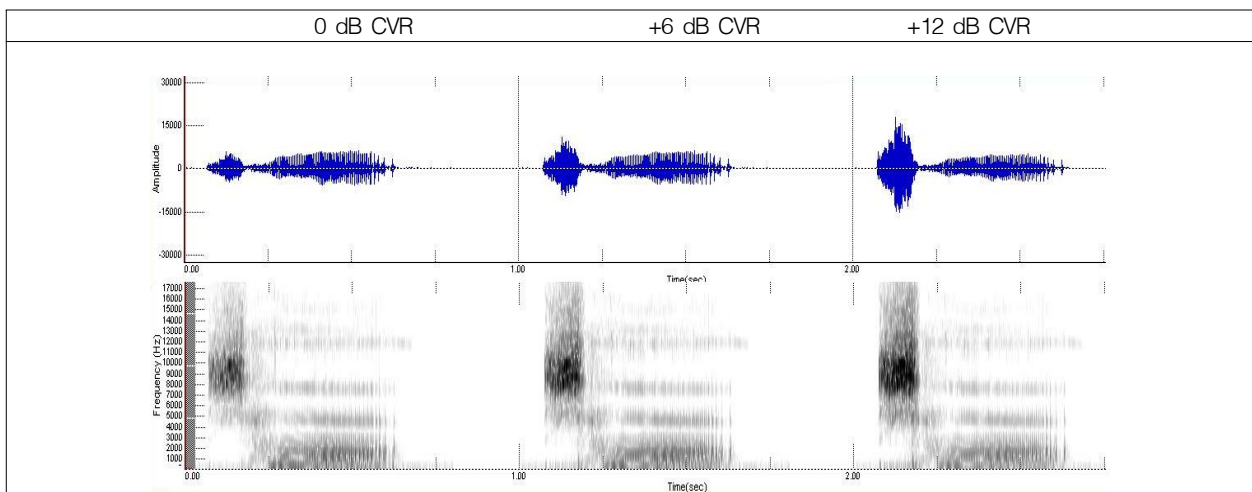


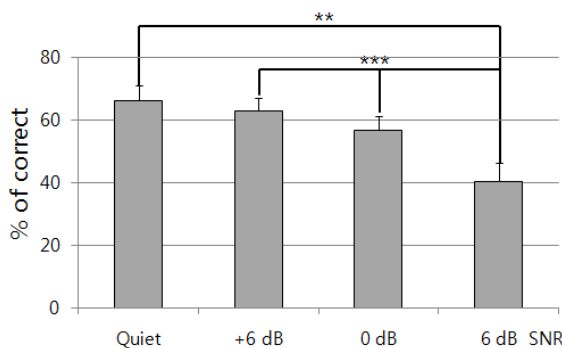
Figure 1. 0, +6, +12 dB의 CVR로 조절한 /sa/(S^ha)의 파형(위)과 스펙트로그램(아래)의 예

RESULTS

본 연구에서는 0, +6, +12 dB의 CVR로 조절한 자모 음절 /사/, /차/, /카/, /타/, /파/를 어음잡음과 혼합하여 quiet, +6, 0, +6 dB의 SNR로 조절한 후 SNHL인에게 제시하여 자모음절인지도를 알아보았다.

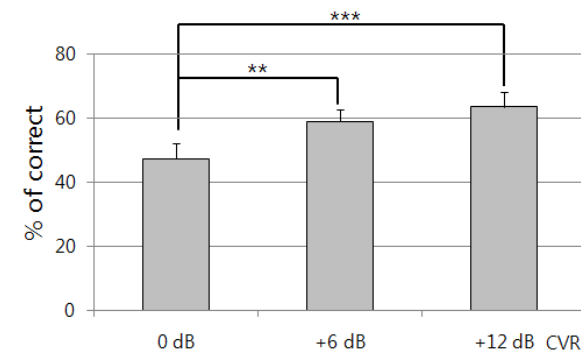
1) SNR에 따른 자모음절인지도

소음제시 조건인 quiet, +6, 0, -6 dB SNR 간에 유의미한 차이가 나타났음을 확인하였다[F(1.87, 35.6) = 12.03] ($p < .001$). 4가지 조건에 차이가 있는지 알아보기 위해 사후분석을 실시한 결과는 Figure 2에 나타내었으며, 자모음절인지도는 -6 dB SNR에서 40.3%로 소음이 제시되지 않은 조건의 66.3%($p < .01$), +6 dB SNR의 63.0% 그리고 0 dB SNR의 56.7%($p < .001$)에 비해서 유의하게 낮았음을 확인하였다. 또한 +6, 0, -6 dB SNR 간에도 유의한 차이가 나타났음을 확인하였다($p < .001$).



(** $p < .01$, *** $p < .001$) (오차막대 : standard error)

Figure 2. SNHL인의 Quiet, +6, 0, -6 dB SNR에 따른 자모음절인지도



(* $p < .01$, ** $p < .001$) (오차막대 : standard error)

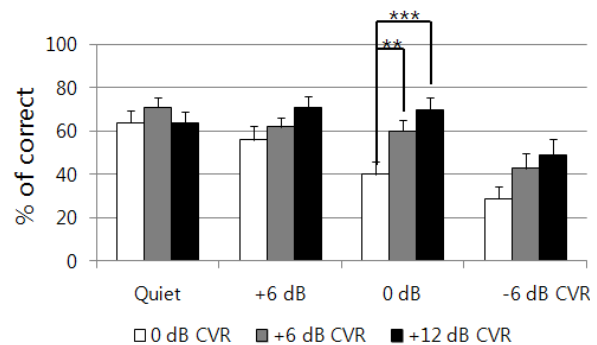
Figure 3. SNHL인의 0, +6, +12 dB CVR에 따른 자모음절인지도

2) CVR에 따른 자모음절인지도

Figure 3에서 자모음절인지도는 0, +6, +12 dB의 CVR 조건에 따라 유의하게 달랐음을 확인하였다[F(2, 38) = 12.30] ($p < .001$). Figure 3에서 CVR 조건 간 사후분석을 실시한 결과 자모음절인지도는 CVR이 0 dB에서 +6 dB로 증가했을 때 47.3%에서 59.0%($p < .01$) 그리고 0 dB에서 +12 dB로 증가했을 때 47.3%에서 63.5%($p < .001$)로 각각 증가하여 차이를 나타냈다. 그러나 6 dB CVR에서 12 dB CVR로 증가 시 자모음절인지도는 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

3) 각 SNR에서 CVR에 따른 SNHL인의 자모음절인지도

각각의 SNR에서 0, +6, +12 dB CVR에 따른 자모음절인지도는 quiet에서 64.0%, 71.0%, 64.0%, +6 dB SNR에서 56.0%, 62.0%, 71.0%, 0 dB SNR에서 40.0%, 60.0%, 70.0% 그리고 -6 dB SNR에서 29.0%, 43.0%, 49.0%로 각각 나타났다(Figure 4). 일원분산분석을 추가로 실시한 결과 0 dB SNR에서 CVR 간 유의미한 차이가 나타났으며[F(2, 38)=13.04] ($p < 0.0025$), quiet [F(2, 38)=1.75], +6 dB SNR [F(2, 38)=2.7], -6 dB SNR [F(2, 38)=13.04]에서는 CVR 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p > .0025$). 0 dB SNR에서 CVR 조건에 따른 사후분석을 실시하였을 때 CVR이 0에서 +6 dB($p < .01$) 그리고 0에서 +12 dB($p < .001$)로 증가했을 때 차이가 유의미하게 나타났다. 그리고 각 SNR과 CVR 조건 간 이원상호작용이 있었는지를 분석하였으며 결과적으로 유의한 것으로 나타났다[F(6, 114)=3.20] ($p < .01$). Figure 4에서 확인할 수 있듯이 자모음절인지도는 +6, 0, -6 dB SNR에서는 CVR을 0, +6, +12 dB로 증가시켰을 때 증가하는 경향이 있었으나 조용한 상황인



(** $p < .01$, *** $p < .001$) (오차막대 : standard error)

Figure 4. Quiet, +6, 0, -6 dB의 SNR에서 0, +6, +12 dB CVR에 따른 자모음절인지도

quiet 조건에서는 CVR이 +6 dB에서 +12 dB로 증가할 때 감소하였다.

4) 자모음절에 따른 인지도

Figure 5에서 각 SNR에서의 CVR에 따른 5 개 자모음절인지도는 /사/와 /차/가 비교적 높게 나타났으며, /파/가 가장 낮게 나타났다. 자모음절 /사/, /차/, /타/는 SNR 낮아질 때 자모음절인지도가 감소하였으나 /카/의 경우는 SNR이 0 dB 까지 증가할 때 자모음절인지도 또한 증가하였다. 각각의 SNR에서 CVR에 따른 인지도의 변화를 살펴보면 /파/를 제외한 나머지 자모음절은 대부분의 SNR에서 CVR이 증가할 때 인지도가 증가하는 것으로 나타났으나 /사/와 /파/의 경우는 quiet 조건에서 CVR이 증가할 때의 인지도는 오히려 감소하는 것으로 나타났다.

DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

본 연구에서는 5 개의 자음 /사/, /차/, /카/, /타/, /파/에 모음 /ㅏ/를 결합한 자모음절에서 자음의 진폭을 0, 6, 12 dB를 증폭한 다음 어음잡음과 혼합하여 quiet, -6, 0, +6 dB의 SNR의 조건에서 CVR에 따른 자모음절인지도를 SNHL을 대상으로 살펴보았다.

4개의 SNR 조건에서 CV음절의 CVR을 변화하였을 때 SNHL의 자모음절인지도는 0 dB SNR에서 CVR이 0 dB에서 +6 dB($p < .01$), 그리고 +12 dB($p < .001$)로 증가

했을 때 유의미한 차이가 나타났다. 조용한 곳에서 CVR의 증가에 따른 자모음절인지도의 변화를 살펴본 연구에서 Hickson et al.(1999)은 선형 및 비선형 증폭기를 통하여 CVR을 증가했을 때 고주파수 청력손실을 가진 SNHL은 자음 중 일부의 인지도를 개선할 수 있다고 보고하였다. Kennedy et al.(1998)의 연구에서도 무의미 자모음절의 자음을 증폭하여 CVR을 증가했을 자모음절인지도가 개선되었다고 보고하였다. 그리고 국내에서는 이소예 & 이경원(2010)의 연구에서는 무성자음에 /ㅏ/, /ㅑ/, /ㅓ/를 결합한 자모음절의 전체적인 인지도가 +6 dB, +9 dB의 CVR에서 상승하였으나 무성자음에 /ㅏ/를 결합한 자모음절은 CVR에 따른 자모음절인지도의 변화가 없는 것으로 보고하여 본 연구와 일치성을 나타냈다. 또한 Hickson & Byrne(1997), Sammeth et al.(1999)은 조용한 환경에서 CVR의 증가는 자모음절인지도에 영향을 주지 않는다고 보고하였으며, Jenstad & Souza(2005)에서도 비선형 증폭기의 압축비율과 압축역치에 따른 CVR의 효과 및 자모음절인지도를 살펴보았는데 조용한 곳에서 CVR의 변화는 어음인지도에 영향을 주지 않는다고 보고하여 본 연구와 일치성을 나타냈다.

잡음이 있는 환경에서 CVR과 관련된 연구에서 Shobha et al.(2008)은 /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/의 6개의 무성 또는 유성 파열음과 /a/, /e/, /o/의 모음이 연결된 총 18개의 자모음절로 구성된 무의미 자모음절을 사용하여 NM, +6 dB, +12 dB SNR의 세 가지 조건에서 0, +3, +6, +12 dB의 CVR을 적용하였을 때 +12 dB SNR에서

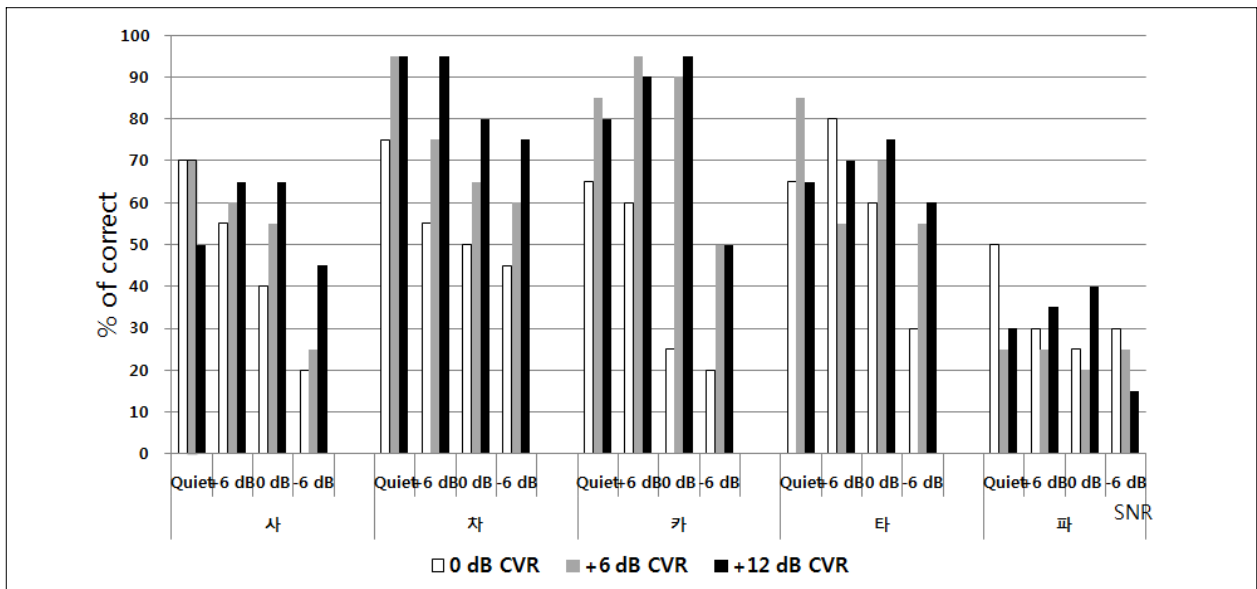


Figure 5. Quiet, +6, 0, -6 dB의 SNR에서 자모음절의 0, +6, +12 dB CVR에 따른 자모음절인지도(%)

18%의 정보전달 점수 그리고 19%의 자음 인지도의 상승으로 최대 어음인지도의 개선 효과를 나타내었다고 하였다. 본 연구의 실험 조건에서도 잡음이 있는 경우 가장 높은 +6 dB SNR의 조건일 때 최대의 어음인지도 결과가 나타나 일치성을 나타냈지만, CVR에 따른 자모음절인지도의 상승효과는 잡음이 대화음 수준과 비슷한 0 dB SNR에서 나타나 Shobha et al.(2008)의 연구에서 차이를 보였는데, 이는 본 연구에서는 모음 /ㅏ/ 한 개만을 사용하여 선행 연구와 비교하는 것은 무리가 있다.

본 연구에서 SNR과 CVR 간에 이원상호작용이 있었는데 자모음절인지도는 +6, 0, -6 dB SNR에서는 CVR을 0, +6, +12 dB로 증가시켰을 때 증가하는 경향이 있었으나 조용한 상황인 quiet 조건에서는 CVR이 +6 dB에서 +12 dB로 증가할 때 감소하였다. 그 이유는 소음이 있는 환경에서의 낮은 CVR은 자음의 에너지가 잡음에 비해서 낮기 때문에 잡음에 의한 자음의 차폐효과가 컸기 때문이며, quiet에서 +12 dB CVR의 자모음절인지도가 낮게 나타난 것은 자모음절이 SNHL에게 왜곡되어 들릴 수 있기 때문이다.

그리고 각 자모음절 중 /ㅍ/의 인지도가 가장 낮게 나타났다. 조용한 상황에서 자모음절인지도를 연구한 이소예 & 이경원(2010)의 연구에서는 /t/의 인지도가 가장 낮게 나타나 본 연구와 차이를 나타냈다. 그 이유로 Smits et al.(1996)의 연구에서 /k/는 자음 성분 단독으로도 구분이 가능하지만 /p/와 /t/는 그렇지 못하다고 보고하였으며, 또한 /p/는 포먼트의 전이만으로도 구분이 가능하였는데 본 연구에서 사용한 어음잡음이 /ㅍ/의 자음 성분과 포먼트의 전이를 차폐하였기 때문에 자모음절의 인지를 방해한 것으로 생각한다. 또한 본 연구의 quiet 조건에서 CVR에 따라 인지도가 증가한 자모음절은 /차/, /카/, /타/로 나타났는데 이는 /차/, /카/, /ㅍ/가 CVR에 따른 인지도의 향상효과가 있었다고 보고한 이소예 & 이경원(2010)의 연구와 부분적으로 일치성을 나타냈다.

상기의 연구 결과를 종합해 볼 때 CVR에 따른 효과는 CVR이 0 dB에서 +6 dB로 증가할 때 그리고 말소리의 강도와 비슷한 0 dB SNR에서 나타났다. 이 결과는 과도한 CVR의 증가 그리고 너무 조용한 환경이나 잡음이 심한 환경에서는 CVR의 증가가 자모음절인지도에 도움을 주지 않을 것으로 추측할 수 있다. 따라서 비선형 보청기에서 압축역치를 40 dB SPL 내외 그리고 압축시간 및 해제시간을 빠르게 설정하면 에너지가 약한 자음의 진폭을 증가시킬 수 있으므로(이경원 & 김진숙, 2009) 소음 상황에서 SNHL의 자모음절인지도를 개선할 수 있을 것이다. 그러나 다양한 청취 환경에서 CVR에 따른 자모음절인지도

를 확인하기 위해서 향후의 연구에서는 난청의 정도와 형태를 감안하여야 하며 Jenstad & Souza(2008)도 지적했듯이 다양한 배경소음 등 어음의 인지에 영향을 주는 다양한 조건에서 CVR을 적용하는 것이 무의미 자모음절의 인지 측면에서 새로운 결과를 나타낼 것으로 보인다. 그리고 향후 CVR과 관련된 구체적이고 다양한 연구는 비선형 보청기의 압축역치, 압축비율, 압축시간, 해제시간 등의 효과적인 결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

중심단어 : 단어인지도, 자모음비, 신호대잡음비, 무의미음절, 감각신경성난청, 해제시간

REFERENCE

- 노복임 & 이재희. (2012). 고주파수 및 수평형난청인의 무의미단음절어의 인지와 오류유형에 관한 연구. *청능재활*, 8, 78-86.
- 박철호, 이성희, 심현준, 이승주, 윤상원, & 이경원. (2008). 정상인과 난청인에서 대화자 잡음을 이용한 소음환경하에서의 50% 인지 신호대잡음비의 비교. *대한이비인후과학회*, 51(10), 866-871.
- 신유정 & 이경원. (2011). 한국어의 자모음비에 따른 인공와우 착용아동의 무의미음절의 인지도 변화. *청능재활*, 7, 200-205.
- 이경원 & 김진숙. (2009). 보청기적합공식과 한국의 연구 고찰. *청능재활*, 9(5), 6-12.
- 이소예 & 이경원. (2010). 한국어의 자모음비(CVR)에 따른 무의미 CV 음절인지도의 변화 연구. *청능재활*, 6, 25-29.
- Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S. et al. (1994). An international comparison of long term average spectra. *Journal of the Acoustical Society of America*, 96(4), 2108-2120.
- Carhart, R. & Tillman, T. W. (1970). Interaction of competing speech signals with hearing losses. *Archives Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 91(3), 273-9.
- Dreschler, W. & Plomp, R. (1985). Relations between psychophysical data and speech perception for hearing impaired subjects II. *Journal of the Acoustical Society of America*, 78, 1261-1270.
- Dubno, J. R. & Schaefer, A. B. (1995). Frequency selectivity and consonant recognition for hearing-impaired and normal-hearing listeners with equivalent masked thresholds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 1165-1174.
- Gordon-Salant, S. (1986). Recognition of natural and time intensity altered CV's by young and elderly subjects with normal-hearing. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(6), 1599-607.
- Gordon-Salant, S. (1987). Effects of acoustic modification on consonant recognition by elderly hearing-impaired subjects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 81(4), 1199-202.
- Greenberg, S. (1996). Auditory processing of speech. In Lass NJ editor. *Principles of experimental phonetics*. (1st Ed.) (pp. 399) St. Louis: Mosby Year Book.
- Hickson, L. & Byrne, D. (1997). Consonant perception in quiet: ef-

- fect of increasing the consonant-vowel ratio with compression amplification. *Journal of the American Academy of Audiology*, 8(5), 322-332.
- Hickson, L., Thyer, N., & Bates, D. (1999). Acoustic analysis of speech through a hearing aid: consonant-vowel ratio effects with two-channel compression amplification. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10(10), 549-556.
- Jayan, A. R. & Pandey, P. C. (2012). Automated CVR Modification for improving perception of stop consonants. *18th National Conference on Communications (NCC 2012)*. Kharagpur, Paper No:1569512651.
- Jenstad, L. M. & Souza, P. E. (2005). Quantifying the effect of compression hearing aid release time on speech acoustics and intelligibility. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 48, 651-667.
- Macrae, J. H. & Dillon, H. (1996) Gain, Frequency response and maximum output requirements for hearing aids. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 33(4), 363-376.
- Montgomery, A. A., Prosek, R. A., Welde, B. E., & Cord, M. T. (1987). The effects of increasing consonant/vowel ratio on speech loudness. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 24(4), 221-28.
- Kennedy, E., Levitt, H., Neuman, A. C., & Weiss M. (1998). Consonant-vowel intensity ratios for maximizing consonant recognition by hearing-impaired listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 104(4), 1098-1114.
- Sammeth, C. A., Dorman, M. F., & Stearns, C. J. (1999). The role of consonant-vowel amplitude ratio in the recognition of voiceless stop consonant by listeners with hearing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 42-55.
- Shobha, N. H., Thomas, T. G., & Subbarao, K. (2008). Influence of consonant-vowel intensity ratio on speech perception for hearing impaired listeners. *Congress on Image and Signal Processing*, 126, 342-346.
- Souza, P. E. & Turner, C. W. (1996). Effect of single channel compression on temporal speech information. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 901-911.
- Smits, R., Ten Bosch, L., & Collier, R. (1996). Evaluation of various sets of acoustic cues for the perception of prevocalic stop consonants. I. Perception experiment. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100, 3852-3864.
- Tyler, R., Summerfield, Q., Wood, E., & Fernandes, M. (1982). Psychoacoustic and phonetic temporal processing in normal and hearing impaired listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 74, 740-752.
- Van Tasell, D. J. (1993). Hearing loss, speech, and hearing aids. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 228-244.
- Verschuure, H., Prinsen, T., & Dreschler, W. (1994). The effects of syllabic compression and frequency shaping on speech intelligibility in hearing impaired people. *Ear and Hearing*, 15, 13-21.
- Wilson, R. H. & McArdle, R. (2005). Speech signals used to evaluate functional status of the Auditory system. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42(4), 79-94.