

경사형 및 수평형 난청유형에 따른 단음절 인지에 관한 비교연구

한림국제대학원대학교 청각학과¹ · 인제대학교 일산백병원 이비인후과²

노복임^{1,2} · 이재희¹

ABSTRACT

A comparison study of monosyllable recognition in listeners with sloping versus flat hearing loss types

Bok Im No^{1,2} and Jae Hee Lee¹

¹Department of Audiology, Hallym University of Graduate Studies, Seoul, Korea

²Department of Otolaryngology, Ilsan Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Kyung-Gi, Korea

The present study examined the ability of monosyllable recognition in persons with high-frequency sloping hearing loss and flat hearing loss. A male and a female talker recorded 95 consonant-vowel (CV) and 35 vowel-consonant (VC) syllables (a total of 130 monosyllables) and all the syllables were presented at 65 dB SPL without background noise. As results, the monosyllable performance was compared between two listener groups or by target-talker gender, and we additionally investigated whether the recognition errors were influenced by error type, vowel context, and consonant features (articulation place or manner). Several findings were observed as follows. First, overall the gender of target talker did not influence listener's performance. Although the two groups did not differ in identifying CV syllables, the listeners with flat hearing loss had more errors for the VC syllables compared to the sloping group. Especially, individual differences of both CV and VC errors seemed to be relatively large for both groups, yet the differences were not correlated with listener's pure tone thresholds. This suggests a difficulty predicting the monosyllable errors by hearing loss configuration alone. Second, the most common error types were the substitution of the initial consonants in the CV syllables and the substitution of the final consonants in the VC syllables. Third, listeners recognized the final consonants more accurately within the /a/ vowel context compared to the other vowels whereas the performance with the /i/ and /e/ vowel contexts was relatively lower. Finally, both listener groups exhibited the lowest scores for stop consonants in the manner analysis, and the lowest scores for alveolar consonants in the place analysis.

KEY WORDS : Error pattern of monosyllabic words, Hearing loss configuration.

INTRODUCTION

난청의 정도와 유형에 따라 난청자에게 전달되는 가청 정보가 상이하게 다를 수 있으므로 이에 따른 어음인지능력 및 오류결과에 관한 다양한 연구가 이루어졌다. 문장이 아닌 단음절을 사용하여 인지도를 측정할 경우 문맥적 영향이 어음인지능력에 미칠 수 있는 가능성이 적고, 청자군

간 비교, 특정 자음이나 모음에 대한 분석, 오류유형, 조음 방법이나 위치 등을 확인하여 개인별 오류패턴을 분석할 수 있는 장점이 있다(Danhauer et al., 1986; Edgerton & Danhauer, 1979). 특히 Butts et al.(1987)은 난청 정도가 고심도가 아닌 중고도 난청 이하일 경우 무의미음절 인지측정을 통해 의사소통 어려움을 양적으로 측정하고 보 장구 적합 후 어떤 인지오류가 얼마나 감소하는지 확인하고 상담할 수 있어 그 임상적 유용성이 크다고 설명하였다.

난청 정도에 따라 6~91세의 청자군의 자음(consonant, C)-모음(vowel, V)-자음-모음 인지오류 결과를 비교한 Butts et al.(1987)은 분석 결과 경중도 난청자는 자음오류 비율이 더 많은데 반해, 심도 난청자는 모음오류 비율이 더 많았으며, 오류결과는 난청자의 연령과 유의한 상관

논문접수일: 2012년 05월 09일

논문수정일: 2012년 06월 12일

게재확정일: 2012년 06월 14일

교신저자: 이재희, 135-841 서울시 강남구 대치동 906-18,

한림국제대학원대학교 청각학과

전화: (02) 2051-2942 · 전송: (02) 3453-6618

E-mail: leejaehee@hallym.ac.kr

성이 없었다고 보고하였다. 그러나 다양한 선행연구 결과한 주파수의 청력 역치만으로 청자의 자음 혹은 모음 인지 오류가 항상 일관되게 관련성이 있지는 않았다. Butts et al.(1987)이 CVCV 인지오류를 분석한 결과, 자음 인지 오류는 2,000 Hz 역치와 그리고 모음 인지 오류는 250 Hz, 500 Hz 역치와 상관성이 있었으므로 난청의 정도뿐 아니라 주파수 별 가청 정도에 따라 오류패턴이 다를 수 있음을 보고하였다. 자음의 오류패턴을 연구한 Sher & Owens(1974)는 2,000 Hz 이상의 주파수에서 난청을 가지는 청자를 대상으로 자음인지도 및 오류패턴을 분석한 결과, /b, p, t, k, s, θ/의 초성 및 종성 자음, /ʃ, ʒ, dʒ, f, z, v/의 종성자음, 그리고 초성자음 /d/을 인지하는데 어려움을 가졌다고 하였다. 류한동 외(2011)는 중도 이상의 경사형 난청군 30명을 대상으로 청력역치와 사지선다형의 자음지각검사(Korean Consonant Perception Test, KCPT) 결과 간 상관성을 확인하였다. 분석결과 초성자음지각과 관련 있는 주파수는 2,000와 4,000 Hz인 반면, 종성자음을 지각하는데 중요한 주파수는 500, 1,000, 2,000 Hz이었으나, 난청자가 각각의 초성자음을 지각하는데 있어 중요한 주파수가 김진숙 외(2010)의 각 초성 자음 별 주파수 특성과 다소 불일치하는 경향이 확인되었다. 이는 음소가 가지는 주파수 특성 그대로 난청자가 자음지각 오류패턴을 보이지 않을 수도 있음을 시사한다.

흥미로운 점은 난청 정도와 유형이 전체적인 인지도 결과에 유의한 영향을 주는 것은 분명하나 난청유형에 따라 오류패턴이 확연하게 다른지, 다시 말해 유사한 난청유형을 가진 난청자의 경우 공통된 오류패턴을 보이는지에 대해 다소 상이한 연구결과가 제시되어왔다. 예를 들면, Owens et al.(1972)은 난청유형에 따라 CVC 음절 인지 결과를 비교한 결과, 전체적인 인지도 뿐 아니라 인지오류패턴이 난청유형과 매우 밀접한 관련성이 있었다고 보고하였다. 38명의 중고도 난청군의 인지결과를 분석한 Dubno et al.(1982)은 급경사형 난청을 가진 난청군이 완전한 경사형 혹은 수평형 난청군보다 저하된 인지능력을 나타내어 난청유형이 자음 인지오류에 유의하게 영향을 미쳤다고 하였다. Bilger & Wang(1976) 또한 청력손실 유형에 따라 CV와 VC 음절 인지오류 유형이 달랐다고 보고하였다. 건청노인, 완전한 경사형 난청군, 급경사형 난청군을 대상으로 다화자잡음 속 폐쇄형(closed-set) CV 무의미음절 인지도를 평가한 Gordon-Salant(1987)는 위의 결과와 다소 다른 결과를 보고하였다. 인지도 분석결과, 난청의 유형이 전체적인 인지능력수준에는 영향을 미치지만 난청유형만으로 개개인의 오류패턴까지 정확히 예측하는 것은 어렵

다고 밝혔다. 21~68세의 청자군을 대상으로 무의미단음절 평가를 실시한 결과(Gelfand et al., 1986), 청자의 8,000 Hz의 청력역치와 소음 속 자음인지결과가 상관성이 있었으나, 노인군과 청년군 간 오류패턴에 큰 차이가 없었다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 경사형 난청군과 수평형 난청군을 대상으로 CV와 VC 음절 오류결과를 비교 분석하여 난청유형에 따른 유의미한 영향을 확인하고자 하였다. 앞서도 밝혔듯이 단음절을 사용할 경우 청자의 오류결과를 오류유형, 모음환경, 조음방법 및 위치 등으로 분류하여 결과를 분석할 수 있는 장점이 있어 본 연구에서도 이와 같은 구체적인 분석을 실시하였다. 난청군의 오류결과를 자세히 분석한 국내외연구를 살펴보면, Gordon-Salant(1987)의 CV 음절 인지결과 난청유형에 상관없이 모두 /u/ 후행모음 환경에서 인지도가 좋았고 /i/ 모음환경에서 자음 인지 오류가 더 많았다. 조음위치로 살펴보면 건청군은 전설자음을 더 잘 인지하였으나 난청군은 후설자음을 잘 인지하였고, 조음방법 측면에서는 건청군은 파열음 오류가 가장 많았던 반면 난청군은 마찰음 오류가 가장 많았다. 한국어 조음방법 및 위치별로 난청군의 초성자음 결과를 분석한 류한동 외(2011)는 조음방법 측면에서 마찰음보다 파열음의 오답율이 더 높았고, 조음위치 측면에서 경구개음의 오답이 많았다고 보고하였다. 성인 인공와우 착용대상자에게 CV와 VCV 음절 인지평가를 실시한 Donaldson & Kreft(2006)의 연구결과에서도 위 Gordon-Salant(1987) 결과와 마찬가지로 전설모음인 /i/ 모음환경에서 자음인지도가 비교적 더 낮았다. 고주파수 난청군 20명을 대상으로 유의미 단음절목록을 불러주고 인지도를 측정한 노헤일 & 채세용(2001)도 /l/ 후행모음 환경에서 자음인지도가 저하되었음을 밝혔고, 김진숙 외(2010), 이주현 외(2005) 연구 모두 후행모음 환경에 따라 초성자음의 주파수가 크게 달라져 자음인지 능력에까지 영향을 줄 수 있음을 시사하였다.

위에 기술한 본 연구의 목적을 정리하면 다음과 같다. 본 연구에서는 초성자음 19개 + 단모음 5개(CV 음절 95개), 단모음 5개 + 종성자음 7개(VC 음절 35개)로 구성된 단음절을 이용하여 고주파수로 갈수록 청력이 떨어지는 경사형 난청군과 수평형 난청군의 인지도를 비교하여 난청유형별로 청자가 유사한 오류를 보이는지 혹은 개개인간 오류패턴에 차이가 큰지 알아보하고자 하였다. 자세하게는 전체적인 오류율 뿐 아니라 두 청자군의 오류유형, 모음환경, 조음방법 및 위치에 따라 오류결과를 분류하여 특정 오류패턴이 관찰되는지 확인하고자 하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상

본 연구에는 고주파수로 갈수록 청력이 떨어지는 경사형 난청군 15명(남 15), 수평형 난청군 17명(남 6, 여 11)이 참여하였다. 경사형 난청군의 평균연령은 54.2세(범위: 22-82세, 표준편차: 15), 수평형 난청군의 평균연령은 65.1세(범위: 50-76세, 표준편차: 8)이었다. 대상자 모두 A형의 고막 운동성을 보였고 500-8,000 Hz 범위 내 주파수에서 기도-골도 청력 역치 차이가 10 dB HL 이하로 감각신경성 난청을 가졌으며, 본 연구참여에 사전 동의하였다. 본 연구에서는 난청유형에 따른 인지결과를 비교하는 것이 주 목적이었으므로 난청유형에 따라 인지도 결과를 비교한 선행연구와 유사한 기준을 적용하였다. Gordon-Salant(1987)의 경우, 500-4,000 Hz 내 청력 역치가 45 dB HL 이상 떨어질 경우 경사형 난청군의 기준으로 인정한 것을 고려하여, 본 연구에서는 1,000-4,000 Hz 내 청력역치가 40 dB HL 이상 떨어질 경우 경사형 난청군 대상으로 참여하였다. 반대로, 250, 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000, 8,000 Hz의 근접주파수 간 역치차이가 15 dB HL 이하에 속할 경우 수평형 난청군으로 참여하였다. 두 대상군의 주파수별 순음청력역치는 Fig. 1에 제시하였다.

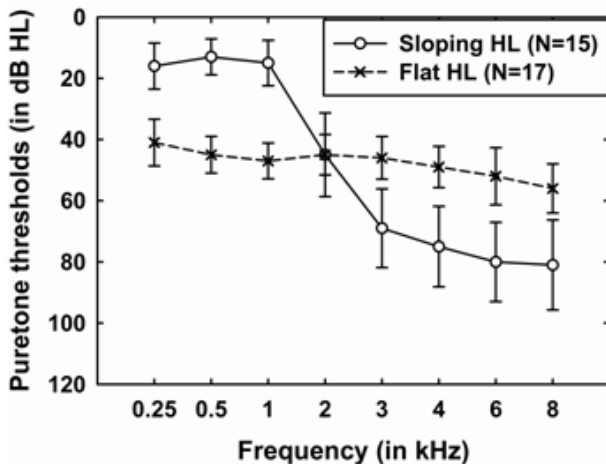


Figure 1. 경사형 난청군(sloping HL)과 수평형 난청(flat HL)군의 주파수 별 순음청력역치

경사형 난청군의 평균 단어인지도는 87%(범위: 76~100%), 청력손실기간은 평균 9.5년(범위: 2~30년)이었으며, 수평형 난청군의 평균 단어인지도는 90%(범위: 72~

100%), 평균 청력손실기간은 7.9년(범위: 2~20년)이었다. 두 군이 역치 이외의 변인으로 차이가 있는지 독립표본 *t* 검정을 통해 확인한 결과, 경사형 난청군과 수평형 난청군이 2,000 Hz를 제외한 모든 주파수별 순음청력역치와 어음인지역치에서는 유의한 차이를 보였으나, 그 외 2,000 Hz에서의 순음청력역치, 나이, 단어인지도, 청력손실기간에 의해 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .01$).

2. 검사용 자극음 녹음

본 연구에서는 CV 혹은 VC로 이루어진 단음절 총 130개를 사용하였다. CV 어표에는 우리말 초성 자음 19개(/ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ, ㅇ, ㅈ, ㅊ, ㅋ, ㅌ, ㅍ, ㅎ, ㅍ, ㅈ, ㅊ, ㅋ, ㅌ, ㅍ, ㅎ/)와 5개의 단모음(/ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ/)이 결합한 총 95개 단음절이 포함되었다. VC 어표는 위 5개의 단모음과 종성자음 7개(/ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅇ/)으로 구성된 총 35개 음절로 구성하였다. 총 130개의 단음절을 자극음으로 제시하기 위해 표준어를 사용하는 남성 화자 1명, 여성 화자 1명이 130개의 단음절을 녹음하였고, 녹음 시 "나는 _____를 말합니다."라는 유도구(carrier phrase) 안에 목표 음절을 넣어 녹음하여 각 음절이 과도하게 조음되는 것을 방지하였다.

녹음은 음향전문스튜디오에서 진행하였으며, 녹음에 사용된 마이크는 AKG C3000 B이었다. 녹음에 사용한 표본화주파수(sampling frequency)는 441,000 Hz였고 표본비트(sampling bit)는 16 bit이었다. 녹음이 끝난 후 Steinberg Nuendo 3.21 프로그램을 통해 유도구 속 목표 음절만 발췌하였다. 발췌된 음절의 강도를 일정하게 하기 위해 Adobe Audition (version 3.0) 프로그램을 통해 평균 실효치(root mean squared, RMS)를 조정하였다. 녹음된 총 260개의 음절(두 화자×130개의 음절)이 모두 명료하게 들리는지 두 명의 청능사가 실험 전 확인하여 부정확하거나 과조음 경향이 있는 음절을 골라 재녹음하고 평균 RMS를 재조정하였다.

3. 검사절차

본 연구에서는 일반 회화음 수준인 65 dB SPL (Humes, 1991)에서 목표 자극음을 제시하였다. 본 연구에서는 두 대상군의 단음절인지 결과 뿐 아니라 오류유형, 모음환경 및 조음방법 및 위치에 따른 오류패턴 비교도 시행하고자 하였으므로 청자가 들은 단어를 받아 적게 하였다. 총 대상자 중 두 명의 수평형 난청청자가 직접 단어를 적는 것을 어려워하였으므로, 검사자가 대답을 대신 받아 적었다. 여성 화자 어표를 통한 실험을 먼저 실시하고 휴식을 취하

Table 1. 난청유형과 화자 성별에 따른 CV와 VC 오류율(%)(표준편차)

	남자 화자			여자 화자			남녀화자평균		
	CV	VC	CV, VC 평균값	CV	VC	CV, VC 평균값	CV	VC	CV, VC 평균값
경사형 난청군	36.9% (14.5)	32.2% (11)	34.6% (12.8)	41.6% (12.4)	37.1% (8.7)	39.4% (10.6)	39.3% (12.5)	34.7% (8.6)	37% (10.5)
수평형 난청군	44.3% (15.7)	50.3% (16)	47.3% (15.8)	37.9% (15.6)	48.6% (15.4)	43.2% (15.5)	41.1% (15.2)	49.4% (14.8)	45.2% (15)

게 한 후 이어 남성 화자 어표를 통한 실험을 실시하였다. 총 검사시간으로 평균 30~40분 정도 소요되었다.

4. 분석방법

수집된 결과는 SPSS (version 14.0) software로 분석하였다. 청자군(경사형/수평형), 화자 성별에 따라 CV, VC 음절 인지도가 유의하게 달랐는지 확인하기 위해 반복측정된 이원분산분석(two-way ANOVA with repeted measures)을 시행하였다. 오류유형, 후행 혹은 선행되는 모음환경에 따라 두 그룹의 오류가 달랐는지 알아보기 위해 독립표본 *t* 검정을 실시하였다. CV 음절의 오류는 초성대치, 초성생략, 중성첨가, 모음대치, 다른 단어로 대답한 것으로 분류하였으며, 목표음절에서 두 개 이상의 음소에서 오류를 보인 경우 다른 단어로의 대답으로 간주하였다. VC 음절 오류의 경우 중성대치, 중성생략, 초성첨가, 모음대치, 다른 단어로 대답한 것으로 분류하였다.

RESULTS

1. 난청유형, 화자 성별에 따른 인지결과

CV 음절과 VC 음절 오류개수를 합하여 두 군의 오류결과를 보면, 남성 화자의 음절일 경우 경사형 난청군의 평균 오류 개수는 47개(범위: 23~84개, 표준편차: 16.3), 수평형 난청군의 평균 오류 개수는 60개(범위: 36~106개, 표준편차: 18.5)이었고, 여성 화자의 음절일 경우 경사형 난청군(범위: 34~74개, 표준편차: 13), 수평형 난청군(범위: 29~90개, 표준편차: 18.4) 모두 평균 53개의 오류를 보였다. Table 1을 통해 CV 및 VC 음절 오류율(%) 결과를 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저 남성 화자의 CV 음절을 제시하였을 때, 경사형 난청군의 평균 오류율은 36.9%(범위: 15.8~69.5%, 표준편차: 14.5), 수평형 난청군의 평균 오류율은 44.3%(범위: 23.2~82.1%, 표준편차: 15.7)이었다. 여성 화자의 CV 음절을 제시한 경우 경사형 난청군의 평균 오류율은 41.6%(범위: 23.2~61.1%,

표준편차: 12.4), 수평형 난청군의 평균 오류율은 37.9%(범위: 19~70.5%, 표준편차: 15.6)이었다. 남성 화자의 VC 음절이 제시된 경우, 경사형 난청군의 평균 오류율은 32.2%(범위: 8.6~51.4%, 표준편차: 11), 수평형 난청군의 평균 오류율은 50.3%(범위: 14.3~82.9%, 표준편차: 16)이었고, 여성 화자의 VC 음절제시 시, 경사형 난청군의 평균 오류율은 37.1%(범위: 22.9~51.4%, 표준편차: 8.7), 수평형 난청군의 평균 오류율은 48.6%(범위: 17.1~68.6%, 표준편차: 15.4)이었다.

CV 오류율에 대한 통계분석 결과, 청자군[F(1, 30) = 3.42]과 화자 성별[F(1, 30) = 0.29]에 따라 오류율이 유의하게 다르지 않았다[F(1, 30) = 0.13, $p > .05$]. 그러나 청자군과 화자 성별 간 상호작용이 유의하였고[F(1, 30) = 12.62, $p < .05$], 그 이유는 Table 1에 제시하였듯이 남성 화자의 경우 경사형 난청군보다 수평형 난청군의 오류율이 더 높았으나 여성 화자의 경우 경사형 난청군의 오류율이 더 높았기 때문임을 알 수 있다. 이에 비해 VC 오류율은 다소 다른 결과가 관찰되었다. VC 오류율에 대한 통계분석 결과, 청자군에 따라 CV 오류율이 유의하게 달랐으나[F(1, 30) = 11.47, $p < .05$], 화자 성별[F(1, 30) = 0.83]에 따라 유의미한 차이를 보이지 않았다. 청자군과 화자 성별 간 상호작용은 유의하지 않았으므로[F(1, 30) = 3.42, $p > .05$] 화자 성별에 관계없이 전체적으로 경사형 난청군보다 수평형 난청군의 VC 오류율이 더 유의하게 높았음을 확인하였다.

화자 성별이 오류율에 유의미한 영향을 끼치지 않으므로, 남녀 화자의 오류를 평균화하여 음절종류와 그룹에 따라 CV, VC 오류율이 유의하게 달랐는지 분석하였다. 분석 결과, 청자군[F(1, 30) = 3.93]과 음절종류[F(1, 30) = 0.8]에 따라 오류율이 유의하게 다르지 않았다($p > .05$). Table 1을 통해 알 수 있듯이, 경사형 난청군의 경우 VC 보다 CV 오류율이 더 높았던데 반해, 수평형 난청군은 CV 보다 VC 오류율이 더 높아 청자군과 화자 성별 간 상호작용은 유의하게 관찰되었다[F(1, 30) = 9.58, $p < .05$].

위 기술통계량에서 오류결과 범위를 통해 알 수 있듯이

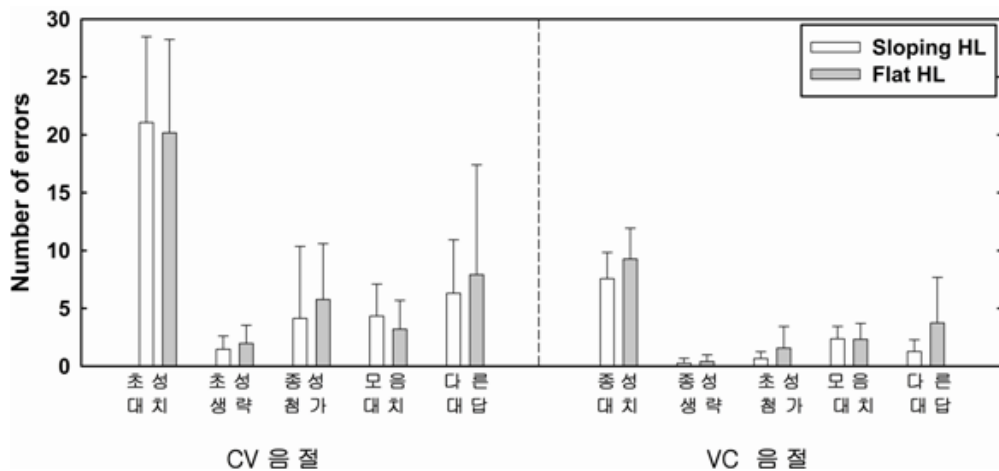


Figure 2. 오류유형에 따른 경사형 난청군(sloping HL), 수평형 난청군(flat HL)의 CV 혹은 VC 오류빈도수

두 청자군의 CV 와 VC 음절 오류율 내 개인차가 매우 큰 편이었다. 추가로 실시한 Pearson 상관분석 결과($p < .05$), 남자 화자의 음절 인지 시 다수의 오류를 보인 사람일수록 여자 화자의 오류율이 유의미하게 컸고($r = 0.79$), CV 오류가 많은 사람일수록 VC 오류율 또한 높았다($r = 0.55$). 따라서 본 연구의 결과는 화자 성별(남 vs. 녀), 특정 음절(CV vs. VC)에 의해 많은 차이를 보인다고보다는 화자, 음절종류에 상관없이 청자 개개인이 가지고 있는 인지능력을 반영한다고 볼 수 있겠다.

2. 오류유형에 따른 인지결과

앞에서 기술하였듯이 화자 성별에 따라 오류결과가 다르지 않았으므로, 남녀 화자의 오류결과를 평균화하여 그룹 간 오류 빈도수를 오류유형에 따라 비교하였다. Fig. 2의 왼쪽 그림을 통해 알 수 있듯이 두 청자군 모두 CV 음절을 듣고 초성자음을 대치하는 오류가 가장 많았으며 (평균 20~21개) 이는 총 CV 음절 오류의 50% 이상을 차지하였다. 그 다음 최다오류빈도를 보인 것이 다른 단어로 대답, 중성자음첨가, 모음대치, 초성자음생략 순이었다. Fig. 2의 오른쪽에 제시하였듯이, VC 음절 인지 시 두 청자군 모두 중성자음을 대치하는 오류를 가장 많이 보였고 (평균 7~9개, 총 VC 오류 중 60% 이상에 해당), 그 외 다른 오류유형은 평균 1~2개 이하의 비교적 낮은 오류빈도를 보였다.

따라서 두 청자군이 공통적으로 최다빈도의 오류를 보인 유형은 CV 음절의 경우가 초성대치, 최소빈도의 오류를 보인 유형은 초성생략이었으며, VC 음절의 경우 최다 오류 유형은 중성대치이었다. 독립표본 t 검정결과 모든 오류유형에서 두 청자군의 오류개수가 유의하게 다르지 않

았으므로 두 청자군의 오류유형은 크게 차이가 없었다고 볼 수 있다. 상관분석결과 CV 초성자음 대치율과 VC 중성자음 대치율은 유의한 상관성을 보이지 않았으나($r = 0.13$), CV 음절을 듣고 다른 대답을 한 청자일수록 VC 음절 인지 시에도 다른 대답을 한 경우가 더 높았다($r = 0.79$, $p < .05$).

위에서 기술한 바와 같이 두 청자군 모두 초성자음 대치, 중성자음 대치의 오류빈도가 가장 높았으므로 어떤 음소에서 대치 오류가 많았는지 확인하였다. 먼저 CV 음절을 제시한 경우 경사형 난청군의 오류결과를 살펴보면 /ㄴ/을 /모/ 혹은 /ㄹ/으로 대치하거나 /ㅍ/를 /ㅋ/ 혹은 /ㄱ/으로 대치한 것이 가장 많았다. 그 다음 순으로는 /ㄷ/을 /ㄱ/ 혹은 /ㅂ/으로 대치하거나 /ㄸ/을 /ㄱ/ 혹은 /ㅃ/으로 대치하는 경우가 많았다. 수평형 난청군 역시 /ㅍ/를 /ㅋ/, /ㅌ/, /ㅂ/으로 대치하거나 /ㄴ/을 /모/ 혹은 /ㄹ/으로 대치한 오류가 많았다. 그 다음 순으로는 /ㅂ/을 /ㄷ/ 혹은 /ㄱ/으로, /ㅃ/을 /모/ 혹은 /ㄸ/으로 대치하는 경우가 잦았다. VC 음절이 제시되었을 때는 경사형 난청, 수평형 난청군 모두 /ㅂ/의 중성자음을 /ㄱ/ 혹은 /ㄷ/으로 대치하거나 /ㄷ/의 중성자음을 /ㅂ/ 혹은 /ㄱ/으로 대치하는 경우가 많았다. 정리해 보면, 본 연구에서는 보기가 없는 개방형 평가였음에도 불구하고 두 청자군 모두 목표가 되는 초성 혹은 중성자음을 잘못 인지하였을 때 다른 자음으로 2~3개의 범위에서 대치하는 경우가 많았음을 확인하였다.

3. 모음환경에 따른 인지결과

남녀 화자에 따른 오류결과를 평균화하여 선행 혹은 후행되는 모음종류에 따라 두 청자군의 CV 혹은 VC 음절 오류율이 달랐는지 확인하였다. 총 오류개수 중 모음환경

에 따른 오류 수를 확인하여 모음에 따른 오류율을 계산하였고, 이를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3의 왼쪽에 제시한 바와 같이, CV 음절을 제시하였을 때 경사형 난청군의 경우, C+/1/ 음절 제시 시 가장 많은 오류를 보였고(27.6%), C+/ㄱ/에서 23.7%의 오류율을, 그 다음 C+/ㄷ/, /ㅏ/, /ㅓ/ 순으로 20% 미만의 오류율을 보였다. 그러나 수평형 난청군의 경우, C+/ㄱ/의 오류율이 가장 높았고(24.2%), C+/ㄷ/ 혹은 C+/1/에서 20~21%의 오류율을, 그 다음 /ㅏ/, /ㅓ/ 음절순의 20% 미만의 오류율을 보였다. VC 음절을 제시한 경우(Fig. 3 오른쪽 참조), 경사형 난청군은 /1/+C 음절 제시 시 가장 많은 오류를 보였고(30.1%), /ㄱ/+C, /ㄷ/+C에서 24~25%의 오류를 보였으며, 그 다음 순은 /ㅏ/, /ㅓ/+C 순이었다. 수평형 난청군의 경우, /ㄷ/+C에서 가장 많은 오류를 보였고(24.6%), /ㄱ/, /1/, /ㅏ/+C 순으로 19~21%의 오류율을, /ㅓ/+C는 15%의 최저 오류율을 보였다. 독립표본 *t* 검정결과, C+/1/, /1/+C 인지 시 수평형 난청군보다 경사형 난청군의 오류율이 유의하게 더 컸으나 C+/ㅏ/, /ㅓ/+C 인지 시 수평형 난청군의 오류율이 더 컸고($p < .05$), 그 외 경우에는 두 군이 유의한 차이를 보이지 않았다.

두 군의 결과를 정리해 보면, /1/ 모음이 선행 혹은 후행될 때 수평형 난청군 보다 경사형 난청군에서 오류율이 더 컸고, 반면 수평형 난청군의 경우 CV 음절이든 VC 음절이든 /ㄱ/ 혹은 /ㄷ/ 모음이 선행 혹은 후행될 때 오류율이 가장 높았다. 또한, 난청군에 상관없이 /ㅓ/ 모음이 선행되는 VC 음절에서 가장 인지도가 좋아 최소 오류율을 보였다. 상관분석결과, C+/1/ 인지 시 오류율이 높을수록 /1/+C 오류율이 유의하게 높았으며($r = 0.38, p < .05$), C+/ㄷ/ 인지 시 많은 오류를 보일수록 /ㄷ/+C 인지 오류율이 높았다($r = 0.42, p < .05$).

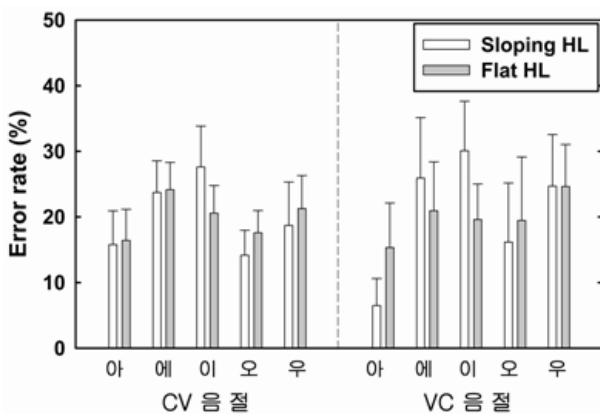


Figure 3. 모음환경에 따른 경사형 난청군(sloping HL), 수평형 난청군(flat HL)의 CV 혹은 VC 오류율(%)

4. 조음방법 및 위치에 따른 인지결과

Gordon-Salant(1987)는 소음 속 CV 인지 측정결과 난청노인의 경우 마찰음에서 최다 오류율을 보였으나, 성희정(2007)의 한국 난청군의 연구결과 조음방법 및 위치에 따라 파열음과 치경음에서 최다오류율을 확인하였다. 따라서 본 연구에서도 특정한 조음방법 혹은 위치에서 최다 오류율을 보이는지, 두 분류에 따라 청자군의 오류율에 차이가 있는지 확인하기 위해 한국어 음운체계에 따라 조음방법 측면에서 파열음(/ㄱ, ㄷ, ㅋ, ㄸ, ㅌ, ㅍ, ㅃ, ㅍ/), 마찰음(/ㅅ, ㅆ, ㅎ/), 파찰음(/ㅈ, ㅊ, ㅉ/), 비음(/ㄴ, ㄹ, ㄹ/), 유음(/ㄹ/)의 오류유형으로 분류하였고, 조음위치 측면에서 양순음(/ㅁ, ㅂ, ㅃ, ㅍ/), 치조음(/ㄴ, ㄷ, ㄸ, ㅌ, ㅆ, ㅈ, ㅊ/), 경구개음(/ㅈ, ㅊ, ㅉ/), 연구개음(/ㅇ, ㄱ, ㄷ, ㅋ/), 성문음(/ㅎ/)의 오류유형으로 분류하였다.

먼저 조음방법에 따른 분류를 살펴보면 경사형 난청군의 경우 파열음에서 가장 많은 오류를 보였고(62.7%), 그 다음 마찰음, 파찰음의 경우 대략 11%의 오류율을, 비음, 유음은 10% 미만의 최소 오류율을 보였다. 수평형 난청군의 경우 파열음에서 최다오류율 보인 것을 유사하였으나(64.6%), 그 다음이 마찰음, 비음으로 11~12%의 오류율을, 그 다음이 유음, 파찰음으로 7% 미만의 오류율을 보였다. 자음의 조음위치 측면에서 경사형 난청군의 오류율을 살펴보면 치조음에서 가장 많은 오류를 보였고(45.4%), 그 다음 양순음이 24.1%, 연구개음 16.1%, 경구개음 10.9%, 성문음 3.5%의 순으로 오류율을 보였다. 수평형 난청군의 경우, 양순음과 치조음 모두 34% 가량의 오류율을 유사하게 보였으며, 그 다음 순으로 연구개음과 경구개음에서 13~14%의 오류율을, 마지막으로 성문음은 3.9%의 오류율을 보였다.

위 결과를 정리하면 조음방법에 따른 분류상 두 청자군 모두 파열음에서 최다오류율을 마찰음에서, 두 번째로 높은 오류율을 보인 것은 공통적이었으나, 경사형 난청군과는 다르게 수평형 난청군의 경우 파찰음보다 비음에서 다소 높은 오류율을 보였다. 조음위치 측면에서는 경사형 난청군은 치조음에서 가장 높은 오류율을 보인 반면, 수평형 난청군의 경우 치조음, 양순음에서 유사한 오류율을 보여 경사형 난청군에 비해 수평형 난청군의 양순음의 오류빈도가 더욱 빈번한 편이었음을 알 수 있다.

DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

본 연구에서는 경사형 난청, 수평형 난청군을 대상으로

CV 와 VC 음절 인지능력을 측정하여 전체적인 오류율과 더불어, 오류유형, 모음환경, 조음방법 및 위치에 따른 오류 패턴을 비교하였다. 분석결과, 전체적으로 화자 성별에 의해 두 청자군의 오류율은 유의하게 다르지 않았으나 경사형 난청군보다 수평형 난청군의 VC 음절 오류율이 비교적 더 컸다. 본 연구의 경사형, 수평형 난청군의 CV 와 VC 음절 오류개수를 합쳐보면 대략 47~60개로 청자군 간 아주 현저한 차이를 보였다고보다는 각 청자군 내 개인차가 더 컸음을 확인하였다. 이렇게 난청유형에 따라 결과가 확연하게 다르지 않았던 이유는 본 연구에서 일반회화음 수준인 65 dB SPL에서 자극음을 제시하였기 때문에 이 제시수준이 두 청자군의 가청 정도에 따른 결과를 보기에 충분히 크지 않았을 수 있다. Gordon-Salant(1987)는 두 가지 제시수준에서 CV 음절 인지능력을 평가하였는데, 75 dB SPL의 편안한 소리 수준에서는 완전한 경사형 혹은 급경사형 난청군이 유사한 인지도를 보여 난청유형에 따라 결과가 유의하게 다르지 않았으나, 90 dB SPL의 소리수준에서 인지도를 측정하였을 때는 급경사형 난청군보다 완전한 경사형 난청군의 가청도가 더욱 향상하여 수행력이 유의하게 더 크게 관찰되었다. 따라서 향후 65 dB SPL이 아닌 90 dB SPL의 큰 제시수준 혹은 개개인의 쾌적 역치에서 단음절 결과를 측정한다면 본 연구결과에 비해 난청유형에 따라 더 명확한 결과차이가 관찰될 것으로 생각한다.

본 연구결과에서 주목해야 할 점 중 하나가 각 청자군 내 개인차가 매우 컸다는 점이다. 대상자를 선정할 때 초성 및 종성자음 인지에 공통적으로 영향을 미치는 2,000 Hz(류한동 외, 2011)의 주파수에서만 청력 역치가 유사하고 그 외 주파수에서 청력 역치가 유의하게 다르도록 기준을 정하였다. 그 외 나이, 단어인지도, 난청기간 등의 청자 변수에 의해서도 두 청자군이 통계적으로 유의하게 다르지 않았다. 남녀 화자의 결과를 합쳤을 때, 경사형 난청군의 CV 음절 오류율 범위는 20~64%, VC 음절의 경우 20~51%였고, 수평형 난청군의 CV 음절 오류율 범위는 21~76%, VC 음절의 경우 15~72%였다. 난청군의 나이 혹은 주파수 별 청력역치만으로 청자의 인지결과를 예측할 수 있을지 추가분석을 실시하였다. 먼저, 경사형 난청군의 평균순음역치(0.5, 1, 2 kHz 기준), 고주파수 평균순음역치(1, 2, 4 kHz), 어음인지역치, 단어인지도, 나이와 CV 혹은 VC 오류율과 유의한 상관성을 가지지 않았다. 또한 위 청자 변인들과 경사형 난청군의 CV 초성자음 대치율 혹은 VC 종성자음 대치율, 혹은 각 모음환경 별 오류율과도 상관성이 없었다. 수평형 난청군의 경우 단어인지도가 낮을수록 CV 초성자음 대치율이 유의하게 커($r = -0.65$, $p < .01$) CV 오류율 또한 유의하게 컸으나, 그 외 모든 오

류결과와 상관성을 보이지 않아 전반적으로 유의한 관련성이 관찰되지 않았다고 볼 수 있다.

이는 청자의 순음청력역치 혹은 난청유형에 따른 가청도와 청자의 오류패턴과 매우 밀접한 관련성을 가질 것이라고 보고한 과거 선행연구(Butts et al., 1987; Owens et al., 1972)와 일치하지 않는다. 이러한 결과를 뒷받침할 수 있는 연구들을 살펴보면, 먼저 Gordon-Salant(1987)는 완전한 경사형 혹은 급경사형 난청노인군을 대상으로 CV 음절 인지도를 측정한 결과, 난청유형에 따라 전체적인 인지능력수준이 달랐으나 그것만으로 개개인의 오류패턴까지 정확히 예측할 수 없다고 보고하였다. 즉, 난청유형에 따른 가청 정도가 같다고 인지 시 똑같은 오류를 보이는 것은 아님을 알 수 있다. Bell et al.(1989)도 자음 오류패턴 분석결과, 단순히 주파수 여파에 의한 주파수별 정보로 자음인지 결과를 설명하기보다는 자극음 제시수준, 자음의 위치, 주파수 여파 등의 요인이 복잡하게 상호작용하여 자음인지에 영향을 줄 수 있다고 하였다. Freyman & Nerbonne(1996)는 가청(audibility) 자체만으로 자음인지 능력 및 오류를 설명하는 것보다는 어음의 진폭 포락선(amplitude envelope)에 의해 주파수 정보가 변화하여 인지결과도 영향받을 수 있음을 보고하였다. Zeng & Turner(1990)도 가청만으로 마찰음 인지능력을 예측하기는 어렵다고 설명하였고, 특히 역치상 음변별능력(supra-threshold discriminability), frequency selectivity, temporal resolution 등이 저하되어도 역치 이상의 수준에서 제시된 마찰음을 인지하는데 어려움을 가질 수 있음을 밝혔다. 이러한 결과를 고려하면 난청의 유형이 전체적인 인지능력 수준에는 영향을 미치는 것은 맞지만, 같은 난청유형을 가졌다 하더라도 개개인에 따라 전혀 다른 오류패턴을 가질 수 있으므로 난청유형만을 기준하여 일률적인 재활을 계획하거나 시행하는 것보다는 개개인의 오류패턴을 조사 후 재활을 실시하는 것이 더욱 바람직하겠다.

본 연구의 오류유형 및 조음방법 및 위치, 모음환경 별 오류분석 결과를 선행연구결과와 비교하여 살펴보겠다. 첫 번째, 오류유형별로 살펴보면 Fig. 2에 나타난 것처럼 두 청자군 모두 CV 음절의 경우 초성자음 대치가, VC 음절의 경우 종성자음 대치가 50% 이상의 오류율을 차지하였다. 두 청자군의 결과를 평균해보면 CV 음절 오류율이 약 40%(표준편차: 13.8), VC 음절 오류율이 42%(표준편차: 14.2)이었고, 청자간 큰 개인차에 의해(Fig. 2의 오차막대 참고) 통계적으로 유의하게 다르지 않았다. 이는 초성자음 인지요류보다 종성자음 인지요류 수가 더 많다고 보고한 Miller & Nicely(1955)와 류한동 외(2011)의 결과와 차

이를 보인다. 가능한 원인 중 하나로, 본 연구에서 자극음을 일반회화음 수준인 65 dB SPL에서 제시하였으므로 충분히 낮은 가청 정도 때문에 VC 추이(transition)보다 더 분명하게 전달되어야 하는 CV 추이정보가 제대로 전달되지 않았을 수 있다. 이를 확인하기 위해서는 Gordon-Salant(1987)과 같이 65 dB SPL, 90 dB SPL의 두 가지 강도 수준에서 목표어음을 제시하여 인지도를 비교 분석하는 향후 연구가 필요하겠다.

두 번째, 조음방법 및 위치를 기준하여 살펴보면 본 연구결과 조음방법에 따라서는 파열음의 오류를 가장 많이 보였고, 조음위치에서 따라서는 치조음의 오류가 가장 빈번하였으며, 이는 성희정(2007)의 결과와 유사하다. 또한, 마찰음보다 파열음의 오류율이 더 높았던 점은 난청군의 자음지각능력을 측정한 류한동 외(2011)의 결과와 같다. 이러한 결과가 관찰된 이유로는 전체 자음 19개 중 파열음에 해당하는 자음이 9개, 치경음에 해당하는 자음이 7개로 그 수가 많은 이유도 포함이 되겠지만(성희정, 2007), 실제 본 연구의 인지도 결과상 청자들이 최다빈도오류를 많이 보인 음소들(/ㄴ/, /ㅍ/, /ㄷ/, /ㅌ/, /ㅂ/, /ㅃ/, /ㄱ/)이 파열음 혹은 치조음에 주로 분포되어있는 것을 볼 수 있었다. 그러나 본 연구에 참여한 대상자보다 난청 정도가 심한 보청기 착용 성인을 대상으로 단음절 인지오류 패턴을 확인한 이재희 & 김지희(2010)는 초성자음 및 종성자음 대치율보다 무응답 혹은 다른 대답의 오류율이 더 높았다고 보고하였다. 저주파수 여과를 적용한 유의미 단음절을 제시하여 건청 성인과 건청 노인의 인지능력을 측정한 이재희 & 배정현(2011)은 전체적으로 두 청자군 모두 초성자음대치 오류를 많이 보였으나 3,000 Hz 이상의 고주파수정보가 제한될수록 초성자음 대치율은 감소한 반면 모음대치 혹은 다른 단어로 대답한 오류율은 비교적 증가하였음을 보고하였다. 따라서, 난청 정도에 따라 전체적인 인지도뿐 아니라 구체적인 오류유형도 달라질 수 있음을 알 수 있고, 향후 연구에서 목표음 제시수준과 난청 정도 및 유형을 세분화하여 인지도 및 오류유형의 변화를 살피는 것이 중요하겠다.

마지막으로, 모음환경에 따른 결과를 살펴보면 경사형, 수평형 난청군 모두 공통적으로 /i/나 /e/ 모음환경에서 빈번히 오류를 보였고, /a/ 모음환경에서 비교적 낮은 오류율을 보였다. 본 연구결과와 유사하게 성인 인공와우 착용자의 CV, VCV 인지결과에서도(Donaldson & Kreft, 2006) /i/ 모음환경에서 상대적으로 저하된 인지도를 /a/ 모음환경에서 비교적 높은 인지도를 보였다. 완만한 경사형, 급경사형 난청군의 CV 음절 인지도를 측정한 Gordon-

Salant(1987)은 두 청자군 모두 /u/ 후행모음 환경에서 인지도가 좋았고 /i/ 모음환경에서 자음 인지오류가 더 많았음을 보고하였다. 경사형 난청군 20명의 유의미 단음절 인지도를 측정한 노혜일 & 채세용(2001)의 연구에서도 단모음 중 /i/ 후행모음 환경에서 저하된 인지도를 관찰하였는데, 그 이유로는 앞의 초성자음의 주파수영역이 /i/ 모음에 의해 고음역으로 이동하게 되어 오류가 더 많았을 것으로 추정하였다. 이주현 외(2005)는 주파수 분석결과 전설고모음인 /i/의 제 1 포먼트 주파수 값이 가장 낮은 단모음이었고 후설 저모음인 /a/의 경우 제 1 포먼트 주파수 값이 가장 높았고, 후행모음 환경에 따라 자음의 주파수 범위가 다양하게 변화하였음을 설명하였는데 특히 /ㄱ, ㄴ, ㅋ, ㆁ, ㅃ, ㅆ, ㅎ/ 자음들은 후행모음 /i/와 결합될 때 평균주파수가 최대 1,000-2,000 Hz 이상 변화하는 결과를 보였다. 따라서 본 연구의 대상자들이 /i/ 모음환경에서 다변화한 자음 정보를 프로세스 하는데 어려움을 가졌다면 이것이 직접적으로 인지도에 영향을 미쳤을 가능성도 생각해 볼 수 있다.

위에서 기술한 것처럼 Donaldson & Kreft(2006)는 /i/ 모음환경에서 비교적 인지도가 저조하고 /a/나 /u/ 모음환경에서 인지도가 좋았던 것은 사실이나 난청자 개인간 차이가 컸으므로 단 한가지 모음환경에서 자음인지능력을 측정하는 것은 제한적일 수 있다고 강조하였다. 그러나 임상평가 시 모든 모음을 사용하여 자음인지능력을 측정하는 것 또한 비효율적이므로, 최소한 /a/, /i/ 두 가지 모음환경에서 인지능력을 측정하여 측정시간을 줄이는 게 적절하다고 제안하였다. 따라서 이를 참고하여 향후 난청군을 대상으로 임상에서 인지능력을 평가할 때 모든 모음을 사용할 것이 아니라 최소 /a/, /i/ 모음환경을 포함하는 것이 중요하겠고, 특히 청능재활 계획 시 비교적 인지하기 쉬웠던 모음환경인 /a/를 초기 목표음절로, 비교적 어려웠던 /i/ 모음환경을 차후 목표음절로 사용할 수 있겠다. 그러나 본 연구에서 목표음절에 단모음만을 포함시켰으므로 두 청자군의 이중모음 환경에서의 오류패턴을 확인하지 않았다는 제한점이 있다. 오류패턴 분석결과 경사형 난청군이 목표 단모음을 이중모음으로 대치하는 오류를 보인 경우가 30%, 수평형 난청군의 경우 이중모음대치오류가 모음오류 중 50%이었다. 또한, 류한동 외(2011)의 연구결과 C+/ㄱ/와 /ㄱ+/C 환경에서의 모음검사 결과는 난청군의 1,000 Hz 미만의 주파수 역치와, 그리고 C+/ㄱ/ 모음검사 결과는 8,000 Hz 역치와 상관성이 있었음을 고려하여 향후 단모음과 이중모음을 함께 포함한 음절을 이용한 연구가 지속되어야 하겠다.

CONCLUSIONS

본 연구에서는 경사형, 수평형 난청군을 대상으로 CV, VC 음절 인지오류율을 비교하였고, 더 자세히는 오류유형, 모음환경, 조음방법 및 위치의 조음방법 및 위치에 따른 오류패턴을 비교하였다. 본 연구결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 청자군의 난청유형과 화자 성별에 따라 전체적인 오류율은 다르지 않았고, 두 청자군 모두 오류율 결과 내 큰 개인차를 보였다. 청자의 순음청력역치로 이러한 개인차를 유의하게 예측할 수 없었으므로 난청유형만으로 개인의 단음절 오류를 예측하는 것에 주의해야 하겠다. 둘째, 두 청자군 모두 CV 음절의 경우 초성자음대치의 오류 유형이 가장 많았고, VC 음절의 경우 종성자음대치의 오류가 가장 많은 비율을 차지하였다. 셋째, 모음환경에 따른 결과를 살펴보면 난청유형에 상관없이 /l/나 /k/ 모음환경에서 오류가 빈번한 편이었고, /r/ 모음환경에서 비교적 높은 인지도를 보였다. 마지막으로 조음방법을 기준하여 살펴보면 두 청자군 모두 파열음의 오류가 가장 많았고, 조음위치에서 따라서는 치조음의 오류가 가장 빈번하였다.

중심단어 : 단음절 인지 오류패턴. 난청유형.

REFERENCES

김진숙, 이기도, & 지연숙 (2010). 한국어 유의미 단음절의 주파수 분석 연구. *청능재활*, 6(1), 37-49.

노혜일 & 채세용 (2001). 고음역 난청에서 분별하기 어려운 단음절어의 음향분석. *한국이비인후과학회지*, 44, 700-706.

류한동, 심현용, & 김진숙 (2011). 자음지각검사(Korean consonant perception test, KCPT)와 주파수별 청력역치와의 상관관계 연구. *청능재활*, 11(2), 153-163.

성희정 (2007). *청각장애 성인의 말명료도에 대한 조음정확도의 예측력*. 나사렛대학교 석사학위논문. 천안.

이재희 & 김지희 (2011). 인공와우 및 보청기 착용자의 단음절, 환경음 인지도와 오류패턴 비교. *청능재활*, 7(1), 28-39.

이재희 & 배정현 (2011). 노화, 주파수여과, 시간압축이 단음절 및 환경음 인지에 미치는 영향. *청능재활*, 7(1), 65-73.

이주현, 장현숙, & 정한진 (2005). 한국어 음소의 주파수 특성에 관한 연구. *청능재활*, 1(2), 59-66.

Bell, T. S., Dirks, D. D., & Carterette, E. C. (1989). Interactive factors in consonant confusion patterns. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 85(1), 339-346.

Bilger, R. C. & Wang, M. D. (1976). Consonant confusions in patients with sensorineural hearing loss. *Journal of Speech and Hearing Research*, 19(4), 718-748.

Butts, F. M., Ruth, R. R., & Schoeny, Z. G. (1987). Nonsense syllable test (NST) results and hearing loss. *Ear and Hearing*, 8(1), 44-48.

Danhauer, J. L., Abdala, C., Johnson, C., & Asp, C. (1986). Perceptual features from normal-hearing and hearing-impaired children's errors on the NST. *Ear and Hearing*, 7(5), 318-322.

Donaldson, G. S. & Kreft, H. A. (2006). Effects of vowel context on the recognition of initial and medial consonants by cochlear implant users. *Ear and Hearing*, 27(6), 658-677.

Dubno, J. R., Dirks, D. D., & Langhofer, L. R. (1982). Evaluation of hearing-impaired listeners using a Nonsense-syllable Test. II. Syllable recognition and consonant confusion patterns. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25(1), 141-148.

Edgerton, B. J. & Danhauer, J. L. (1979). *Clinical implications of speech discrimination testing using nonsense stimuli*. Baltimore: University Park Press.

Freyman, R. L. & Nerbonne, G. P. (1996). Consonant confusions in amplitude-expanded speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(6), 1124-1137.

Gelfand, S. A., Piper, N., & Silman, S. (1986). Consonant recognition in quiet and in noise with aging among normal hearing listeners. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(6), 1589-1598.

Gordon-Salant, S. (1987). Consonant recognition and confusion patterns among elderly hearing-impaired subjects. *Ear and Hearing*, 8(5), 270-276.

Humes, L. E. (1991). Understanding the speech-understanding problems of the hearing impaired. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2(2), 59-69.

Miller, G. A. & Nicely, P. E. (1955). An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 27(2), 338-352.

Owens, E., Benedict, M., & Schubert, E. D. (1972). Consonant phonemic errors associated with pure-tone configurations and certain kinds of hearing impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15(2), 308-322.

Sher, A. E. & Owens, E. (1974). Consonant confusions associated with hearing loss above 2,000 Hz. *Journal of Speech and Hearing Research*, 17(4), 669-681.

Zeng, F. G. & Turner, C. W. (1990). Recognition of voiceless fricatives by normal and hearing-impaired subjects. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33(3), 440-449.