숫자간격과 반응방식에 따른 이분숫자청취검사의 수행력

Performance of Dichotic Digit Test by Inter-digit Intervals and Response Modes

¹단국대학교병원 이비인후과, ²한림대학교 일반대학원 언어병리청각학과

³한림대학교 자연과학대학 언어청각학부, 청각언어연구소

정윤미^{1,2} · 장현숙³

Yunmi Jeong^{1,2} and Hyunsook Jang³

¹Department of Otorhinolaryngology, Dankook University Hospital, Cheonan, Korea

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

³Division of Speech Pathology and Audiology, Research Institute of Audiology and Speech Pathology,
College of Natural Sciences, Hallym University, Chuncheon, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study aimed to investigate appropriate parameters for clinical use by measuring effects of inter-digit-intervals (IDIs) and response modes on the dichotic 3 digit test. The dichotic 3 digit tests were performed in four different IDI conditions (500, 750, 850, and 1,000 ms) in free-recall response mode and in three attention modes (Free recall, Precued Rt or Precued Lt) with a 750 ms IDI appearing in a performance of 70%. Twenty adults, 10 males and 10 females with normal hearing sensitivity participated. The results of this study were as follows: first, the dichotic 3 digit recognition performance was increased as IDI increased from 500 ms to 850 ms and decreased as IDI increased from 850 ms to 1,000 ms. Second, performances by response modes in 750 ms condition were measured that score of ear which was given cue were higher than opposite ear. Recognition scores of Free-recall, Precued-Rt, and Precued-Lt conditions were 69.00%, 93.75%, and 72.00% for the right ear and 65.75%, 64.75%, and 83.75% for the left ear, respectively. Also, ear advantages appeared 3.25% REA, 28.00% REA, and 11.75% LEA in Free-recall, Precued-Rt, and Precued-Lt conditions, respectively. Performances were also higher in Precued-recall conditions than in Free-recall condition. The results revealed that dichotic 3 digit recognition scores changed by IDIs and response modes. It showed that the 850 ms in IDI in free-recall mode was a useful parameter clinically applicable in dichotic 3 digit test. Moreover, the 750 ms paradigm of IDI and Precued recall of response modes can be useful in clinical setting.

Key words: Dichotic digit test, Inter-digit interval (IDI), Response mode

논문접수일: 2015년 6월 10일

논문수정일: 2015년 6월 24일

게재확정일: 2015년 6월 27일

교신저자: 장현숙, 강원도 춘천시 한림대학길 1
한림대학교 자연과학대학 언어청각학부

Tel: (033) 248-2218, Fax: (033) 256-3420

E-mail: hsjang@hallym.ac.kr

INTRODUCTION

이분청취(dichotic listening)는 서로 다른 정보가 양이에 동시에 제공될 때, 중추청각신경계에서 이를 통합 또는 분리하는 능력을 의미하며, 이러한 능력은

대뇌 반구, 반구간 및 뇌간의 기능과 밀접하게 관련이 있다(Broadbent, 1954; Musiek & Chermak, 2007). 이분청취모델에 의하면 한 쪽 귀로 들어 온 청각 자극은 반대측 반구로 더 강하게 제시되는데 우측 귀에 제시되는 구어 자극은 대측청각경로를 따라 좌반구에 직접 도달하지만 좌측 귀에 제시되는 구어 자극은 대측청각경로를 따라 우반구에 도달한 뒤에 구어 자극 처리를 위해 다시 뇌량을 거쳐 언어반구인 좌반구에 도달하게 된다(Meyer & Yates, 1955; Milner, 1958). 이 과정에서 비구어 과제보다 구어 과제는 좌반구를 지배하고 오른쪽 귀에 더 치우쳐 집중하기 때문에 더 빠르고 정확하게 우측 귀 우세 현상(right ear advantage, REA)가 나타나며(Voyer et al., 2014), REA의 크기 정도는 뇌량의 크기와는 상관없이(Clarke et al., 1993) 과제 난이도에 따라 좌우되는 것으로 나타났다(Zenker et al., 1972).

이분청취를 평가하기 위하여 다양한 자극들 즉, 숫자, 자모음, 단어 및 문장 등의 구어 자극과 순음, 음악 자극 등의 비구어 자극이 사용될 수 있다. 그 중에서도 숫자를 사용하는 이분숫자청취검사(dichotic digit test, DDT)는 대뇌 반구, 뇌량 및 뇌간 병변에 민감도가 높으면서, 미로성 난청에는 상대적으로 영향을 받지 않으며(Musiek, 1983; Speaks et al., 1985), 아동이나 노인에게도 높은 친숙도와 이해도로 연령층에 관계없이 신뢰롭게 사용되고 있는 검사이다(Humes et al., 1996; Strouse & Hall, 1995; Strouse & Wilson, 1999). 이러한 장점들로 DDT는 중추청각처리장애의 평가 시 사용되는 이분청취검사 중 가장 널리 사용되고 있다(Musiek & Chermak, 2007).

DDT의 수행력에 미치는 요인들에 관한 연구들이 활발히 진행되었는데 이러한 요인으로는 자극의 복잡성(stimulus complexity), 반응 방식(response mode), 숫자 자극간 간격(inter-digit interval, IDI) 등이다.

첫 번째, 1 ~ 5개 digit pair의 수를 증가시켜 자극의 복잡성을 살펴본 연구들은 digit pair 수가 증가함에 따라 수행력이 감소한다고 하였는데, 1과 2 digit pair의 경우 쉬운 난이도로, 4 digit pair 이

상은 기억력 요구로 임상적 활용에는 어려움이 있다고 하였다(Bryden, 1988). 영어권의 20대 성인을 대상으로 자극복잡성에 따른 DDT 검사를 실시한 Strouse & Wilson (1999)의 연구에 따르면, 1 digit pair 수행력은 오른쪽 귀 99.7(± 1.1)%, 왼쪽 귀 99.6(± 1.2)%, 2 digit pair 수행력은 오른쪽 귀 97.6(± 3.7)%, 왼쪽 귀 96.9(± 4.7)%, 3 digit pair 수행력은 오른쪽 귀 92.7(± 7.1)%, 왼쪽 귀 89.8(± 8.5)%로 나타났으며, 3 digit pair의 경우는 REA가 나타나며, 임상적으로도 유용하다고 보고하였다(Kimura, 1961; Wilson & Jaffe, 1996). 반면, 20명의 20대 성인을 대상으로 자극복잡성에 따른 DDT 검사를 실시한 국내 연구 결과(전아름, 2008), 1 digit pair 수행력은 오른쪽 귀 98.25(± 4.06)%, 왼쪽 귀 98.25(± 4.06)%, 2 digit pair 수행력은 오른쪽 귀 94.25(± 10.04)%, 왼쪽 귀 96.00(± 12.23)%, 3 digit pair 수행력은 오른쪽 귀 72.75(± 6.34)%, 왼쪽 귀 63.50(± 6.81)%로 나타났으며, 자극복잡성이 증가할수록 수행력은 유의미하게 감소하였다. 국내외 연구 결과는 1 digit pair와 2 digit pair의 수행력이 90% 이상의 수행력으로 비슷하게 나타났으며, 이러한 높은 수행 결과는 임상적으로 적용하기에는 어려움이 있는 것으로 보고되었다(Noffsinger et al., 1994; Strouse & Wilson, 1999). 반면, 3 digit pair 수행력의 경우 영어권의 수행력이 90% 이상을 보인 것에 비해 한국어의 경우 70% 정도의 낮은 수행력을 나타내었다. 이러한 차이는 한국어가 영어의 숫자와 비교하여 음절 구조 및 음성적 유사성이 높아 인지하기에 어렵기 때문으로 보고되었으며(김유경 외, 2008), 국외 연구에서는 3 digit pair가 다른 조건에 비하여 유일하게 REA가 존재하며 임상적 유용성이 있다고 보고하였고(Kimura, 1961; Wilson & Jaffe, 1996), 국내 연구에서는 3 digit pair의 수행력이 낮으므로 2 digit pair의 수행력이 천장효과를 보이기는 하지만 임상적으로는 이를 사용하는 것이 타당하다고 보고하였다(전아름, 2008).

두 번째, 주의집중 반응방식에 따른 수행력을 살펴본 연구들은 자극이 들려지는 방향에 상관없이 들

은 것을 그대로 따라 말하는 Free recall 방식, 검사 전에 cue가 주어졌던 귀에서 들은 것을 먼저 말하는 Precued recall 방식, cue가 주어진 쪽의 귀만 반응하는 Directed recall 방식에서의 수행력의 차이를 보고하였다. Strouse & Wilson(1999)의 연구에서는 20대 성인을 대상으로 3 digit pair 검사를 Free recall과 Directed recall 방식으로 시행한 결과, Free recall의 경우 오른쪽 귀 92.7(± 7.1)%, 왼쪽 귀 89.8(± 8.5)%로, Directed recall의 경우 오른쪽 귀 98.4(± 2.8)%, 왼쪽 귀 95.3(± 5.7)%로 Free recall의 수행력보다 Directed recall의 수행력이 더 높은 것으로 나타났다. 또한, Precued recall 수행력을 연구한 Strouse et al.(2000)의 연구에서는 20 ~ 39세의 60명을 대상으로 18개의 Precued Rt, 18개의 Precued Lt 방식으로 혼합된 하나의 검사 항목을 사용하여 3 digit pair 검사를 실시한 결과, 오른쪽 귀 97.3(± 6.3)%, 왼쪽 귀 94.7(± 8.0)%의 수행력으로 나타났다. 이렇듯 Directed recall과 Precued recall의 결과를 통합하여 살펴보면, Directed recall 결과를 바탕으로 cue가 주어진 쪽 귀의 수행력은 더 높게 나타남을 알 수 있으며, cue가 주어진 귀 조건이 혼합된 Precued recall의 결과를 통해서는 왼쪽 귀보다 오른쪽 귀의 수행력이 더 높게 나타남을 알 수 있다. 이러한 결과는 20대 성인을 대상으로 실시한 Precued recall의 수행력에 대한 국내 연구 결과에서 뒷받침 해주고 있다. Precued recall의 방식에서 cue가 오른쪽 귀에 주어졌을 때 수행력은 오른쪽 귀 88.25(± 5.91)%, 왼쪽 귀 52.25(± 7.23)%로 36.00 REA가 나타났고, cue가 왼쪽 귀에 주어졌을 때 수행력은 오른쪽 귀 65.00(± 12.67)%, 왼쪽 귀 74.50(± 12.87)%로 왼쪽 귀 수행력이 더 높은 9.50 LEA가 나타났다(전아름, 2008). 즉, cue를 준 쪽 귀의 수행력은 더 높게 나타나지만 Precued Rt에서는 큰 REA가 나타나는 반면, Precued Lt에서는 상대적으로 작은 크기의 LEA가 나타났으므로 Precued recall에서 나타나는 귀의 수행력은 왼쪽 귀 보다 오른쪽 귀가 더 좋다는 것을 의미하고 있다.

세 번째, 숫자간 간격(inter-digit interval, IDI)

에 따른 연구에서는 DDT의 임상적 적용을 위한 파라미터를 도출하기 위하여 다양한 간격의 IDI를 사용하여 난이도를 조절하고자 하였다. Carter & Wilson (2000)은 정상 성인과 미도-중도 청력손실이 있는 노인을 대상으로 125, 250, 500, 750 ms IDI로 1, 2, 3 digit pair 검사를 실시하여 500 ms IDI가 임상적 사용에 충분하다고 보고하였다. 500 ms IDI를 사용한 국내의 DDT 연구 결과(전아름 & 장현숙, 2009), 임상적 적용에서 2 digit pair 수행력이 94% 이상인 반면, 3 digit pair 수행력은 72% 이하로 임상적 적용에서 제한점이 있지만 아직 IDI의 적용에 관한 연구가 이루어지지 않은 실정이다. 국내의 연구에서는 수행력이 낮게 나온 3 digit pair의 임상적 적용을 위해 다양한 IDI를 적용하되 영어권에서 수행력의 감소에 초점을 둔 것에 반하여 수행력의 증가시키기 위해 500 ms 보다 더 긴 IDI의 적용에 따른 수행력을 살펴보는 것은 의의가 있을 것이다. 또한 IDI의 적용 결과는 이분청취의 난이도를 제시하므로 청능훈련을 위한 기초 자료를 제시할 가능성이 있다. 국외에서는 이미 검사도구의 역할만이 아니라 이분청취 수행력 향상을 위한 다양한 훈련 파라미터들이 개발되어 임상에서 사용되고 있으며, 지속적인 연구도 이루어지고 있다. 예를 들면, 각 귀에 강도를 다르게 제시하여 강도를 점차 증가시켜 동일한 크기까지 훈련시키는 DIID (Dichotic Interaural Intensity Difference training)(Musiek, 2004)와 이분교대어음청취(staggered dichotic listening) paradigm를 이용해서 양이에 시간차를 두고 자극을 제시하는 온라인 CAPD 치료 프로그램 CAPDOTS (Lau, 2014) 등이 개발되어 있다.

이상의 선행 연구 결과에서와 같이 DDT는 다양한 변인들에 의해 수행력에서 차이를 보일 수 있으므로 이러한 변인들의 조정을 통해 국내에서 3 digit pair 검사의 임상적인 제한점들을 보완하고 임상적인 효용성을 극대화시킬 수 있을 것이다. 그러므로 본 연구에서는 IDI와 반응방식에 따라 나타나는 3 digit DDT 수행능력 양상을 살펴보고 3 digit DDT의 임상적 적용을 위한 적정 파라미터를 확인하고 후속 청능훈련의 기초자료로 활용하고자 난이도의 범위를 도

출하는데 그 목적이 있다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구 대상

본 연구는 정상 청력을 가진 20대 성인 남성 10명 (평균 연령: 22.0세)과 여성 10명(평균 연령: 22.3세)을 대상으로 하였다. 모든 피검자들은 오른손잡이로

이과 및 신경학적 병력이 없었다. 양측 귀 모두 고막 운동성검사(tympanometry)에서 type A를 보였으며, 순음청력검사(pure-tone audiometry)결과, 양측 귀 모두 250 ~ 8,000 Hz의 옥타브 주파수에서 각 20 dB HL 이하로 양측 귀의 차이가 5 dB HL 이내였다. 어음인지도검사(word recognition score, WRS)에서는 수행력이 92% 이상이며 양측 귀의 차이가 5% 이내였다. 대상자들의 순음청력검사와 어음인지도검사 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. 연구 대상자의 순음청력검사 및 어음인지도검사 결과

		청력역치(dB HL)						WRS (%)
		250 Hz	500 Hz	1,000 Hz	2,000 Hz	4,000 Hz	8,000 Hz	
남	R	8.50 (±8.18)	5.50 (±5.50)	4.50 (±4.97)	1.50 (±5.79)	3.00 (±7.14)	.50 (±8.31)	96.80 (±4.13)
	L	7.00 (±7.14)	4.50 (±4.37)	4.00 (±4.59)	2.50 (±5.40)	1.00 (±6.99)	1.50 (±6.25)	97.20 (±3.29)
여	R	8.00 (±4.83)	7.00 (±4.21)	4.00 (±4.59)	.50 (±4.97)	-2.00 (±4.83)	4.50 (±7.97)	98.00 (±2.82)
	L	6.00 (±4.59)	4.50 (±4.37)	1.50 (±3.37)	- .50 (±4.97)	-1.00 (±5.16)	2.00 (±7.14)	96.40 (±3.50)
전 체	R	8.25 (±6.54)	6.25 (±4.83)	4.25 (±4.67)	1.00 (±5.28)	.50 (±6.47)	2.50 (±8.19)	97.40 (±3.50)
	L	6.50 (±5.87)	4.50 (±4.26)	2.75 (±4.13)	1.00 (±5.28)	.00 (±6.07)	1.75 (±6.54)	96.80 (±3.33)

2. 검사 장비 및 검사 도구

1) 청력 검사 장비

본 연구에서는 대상자 선정을 위하여 이미턴스기기(Grason-Stadler, Tymstar)를 이용하여 고막운동도 검사를 실시하였으며, 청력검사기(Grason-Stadler, GSI-61)를 이용하여 순음청력검사와 어음인지도 검사를 실시하였다. DDT는 청력검사기를 CD player (Samsung, MM-C430D)와 연결하여 헤드폰(TDH-50)을 통하여 제시하였으며, 모든 실험은 방음실(Starkey Equipment Division, CL-14)에서 실시하였다.

2) 검사 도구

DDT는 중추청각처리장애 진단을 위해 개발된 검사 도구(장현숙 외, 2011) 음원을 사용하였다. 이 음원은 2를 제외한 1 ~ 10까지의 숫자 9개로 이루어진 구어 자극으로 표준어를 사용하는 남성 화자에 의해 녹음되어 제작되었다. 본 연구에서는 3 digit 길이의 조건을 사용하였으며, 검사 문항은 3개의 연습문항과 20개의 검사문항으로 구성되어 있다. 이 검사의 자극간의 간격(interstimulus interval, ISI)은 6 sec로 하였으며, IDI는 기존의 500 ms와 Adobe Audition 3.0을 사용하여 제작된 750 ms, 850 ms, 1,000 ms로 구성하였다. 모든 음원은 1 kHz의 보정톤과 함께 CD로 제작

되었으며, Figure 1은 3 digit pair의 예이다.

Figure 1. 3 digit pair 자극의 예시

3. 연구 방법 및 절차

본 연구는 한림대학교 생명윤리위원회의 심의(번호 HIRB-2014-102)하에 진행되었다. 연구대상 기준에 통과된 모든 대상자는 연구 참여 동의서를 작성하고 연구에 참여하였다. 검사는 파라미터 조절을 통한 DDT의 수행력 변화를 알아보려고 IDI를 변화시켜 실험 I을 실시하였고, 그 결과를 바탕으로 반응방식 조건에서 실험 II를 실시하였다.

실험 I. IDI 변화에 따른 이분숫자청취 수행력

IDI에 따른 수행력 변화를 알아보기 위하여 4개의 IDI (500, 750, 850, 1,000 ms) 조건에서 검사를 실시하였다. 3 digit DDT를 각 IDI 조건에서 실시하되, 일정 수준의 강도에서는 수행력 차이가 없으므로 (Musiek & Chermak, 2007), 50 dB SL의 강도로 자극을 제시하였다. 모든 실험은 방음실에서 TDH-50 헤드폰으로 서로 다른 자극을 양쪽 귀로 동시에 제시하였다. 학습효과를 배제시키기 위해 검사의 문항은 모두 무작위로 구성하였으며, 4개의 조건 검사순서 또한 무작위로 실시하였다. 검사자는 피검자에게 자극음을 모두 들은 후에 free-recall 방식으로 따라 말하도록 지시하였다. 피검자의 수행력은 자극이 제

시된 순서에 상관없이 맞은 개수에 대해 백분율(%)로 오른쪽 귀와 왼쪽 귀 수행력으로 점수산정 하였다.

실험 II. 반응방식에 따른 이분숫자청취 수행력

반응방식에 따른 이분숫자청취 수행력을 알아보기 위하여 실험 I의 결과 중 70% 정도의 수행력을 보인 750 ms 조건에서 Precued Rt 방식과 Precued Lt 방식으로 검사를 실시하여 Free recall 수행력과의 차이를 살펴보았다. 실험 II는 실험 I에 참여한 대상자들에게 실시하였으며, 검사자는 검사를 시행하기 이전에 피검자에게 반응방식에 대해 설명하였다. 실험은 방음실에서 시행하였으며, 50 dB SL을 사용하여 제시하였다. 오른쪽 귀와 왼쪽 귀 모두 50 dB SL 강도로 TDH-50 헤드폰으로 동시에 자극을 제시하였다. 학습효과를 배제하기 위해 두 가지 반응방식 조건의 문항순서는 무작위로 구성하였으며, 실험 I에서의 모든 음원 문항과도 다르게 구성하였다. 피검자의 수행력은 자극이 제시된 순서와는 상관없이 맞은 개수에 대해 백분율(%)로 오른쪽 귀와 왼쪽 귀 수행력으로 점수를 산정하였다.

4. 자료 분석

통계 분석은 SPSS 20.0을 이용하여 분석하였다. 실험 I에서는 성별, 귀, IDI에 따른 이분청취검사 수행력 변화 양상을 살펴보기 위하여 .05의 유의수준에서 반복측정 분산분석(repeated two-way ANOVA)과 사후분석(Bonferroni)을 실시하였다. 실험 II에서는 귀 및 반응방식에 따른 수행능력을 비교하기 위하여 실험 I에서의 Free recall 수행력과 실험 II에서의 Precued recall 수행력을 .05 유의수준에서 반복측정된 이원분산분석과 사후분석(Bonferroni)을 실시하였다. 또한, 실험 I은 IDI에 대하여, 실험 II는 반응방식에 대하여 t -test를 사용해 검사귀 간 비교를 하였고, 모두 .05 유의수준에서 실시하였다.

RESULTS

1. IDI에 따른 3 digit 이분숫자청취 수행력

3 digit pair의 IDI를 500, 750, 850, 1,000 ms 4개의 조건에서 검사한 결과는 Table 1과 Figure 2와 같다. IDI를 500, 750, 850, 1,000 ms로 변화시

킴에 따라 오른쪽 귀는 60.25 ~ 81.25%로 증가하다가 72.25%로 감소하였으며, 왼쪽 귀는 58.00 ~ 72.00%로 증가하다가 68.00%로 감소하였다. 즉, 500 ms에서는 60.25%의 낮은 수행력을 보이다가 850 ms에서는 81.25%까지 도달하였고 1,000 ms에서는 오히려 72.25%로 감소된 수행력으로 나타났다.

Table 2. 귀와 IDI 조건에 따른 수행력의 기술통계 및 통계분석

N = 20	3 digit pair test 수행력(%)				F-value
	500 ms	750 ms	850 ms	1,000 ms	
Rt	60.25 (±19.50)	69.00 (±22.63)	81.25 (±14.77)	72.25 (±18.53)	4.142*
Lt	58.00 (±16.58)	65.75 (±18.59)	72.00 (±15.51)	68.00 (±20.09)	2.194
Total	59.12 (±17.89)	67.37 (±20.50)	76.62 (±15.66)	70.12 (±19.19)	13.251***
REA	2.25	3.25	9.25	4.25	.607
<i>t</i>	.543	.846	2.365*	1.047	

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Figure 2. IDI 조건과 귀에 따른 수행력

IDI와 귀 간 수행력을 알아보기 위하여 반복측정 이원분산분석을 실시한 결과, 귀 간[F(1, 18) = 4.671, $p < .05$]과 IDI 간[F(3, 72) = 16.352, $p < .05$]에서 주효과가 나타났으나, 귀×IDI 간[F(3, 72) = 96.745, $p > .05$]은 유의미한 상호작용이 없었다. 귀별 IDI 차이가 있는지를 비교하기 위하여 일원분산분석 및

사후분석을 실시하였다. 그 결과, 양쪽 귀 모두 500 ms와 850 ms간의 수행력만이 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. IDI별 귀간 차이를 비교하기 위하여 *t*-test를 실시하였고, 그 결과는 Table 2와 같다. 500 ms [$t = .543$, $p > .05$], 750 ms [$t = .846$, $p > .05$], 1,000 ms [$t = 1.047$, $p > .05$]에서는 귀간에 유의미한 차이가 없었으나, 850 ms [$t = 2.365$, $p < .05$]에서는 오른쪽 귀의 수행력이 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 또한, IDI에 따라 나타나는 REA 변화율이 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 일원 분산분석을 실시한 결과[F(3, 5.64) = .607, $p > .05$] REA는 변화하지만 그 크기는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

2. 반응방식에 따른 3 digit 이분숫자청취 수행력

750 ms의 IDI 조건에서 Free recall, Precued Rt, Precued Lt 세 가지 반응방식에 따른 결과는

Table 3, Figure 3과 같다. Free recall, Precued Rt, Precued Lt의 반응방식에 따라 나타나는 평균과 표준편차를 살펴본 결과, 오른쪽 귀는 $69.00(\pm 22.63)$, $93.75(\pm 7.59)$, $72.00(\pm 16.81)\%$, 왼쪽 귀는 $65.75(\pm 18.59)$,

$64.75(\pm 15.09)$, $83.75(\pm 11.80)\%$ 로 나타났으며, 귀 우세 현상은 3.25% REA, 28.00% REA, 11.75% LEA로 나타났다.

Table 3. 반응방식과 귀에 따른 수행력의 기술통계 및 통계결과

N = 20	3 digit pair test 수행력(%)			
	Free recall	Precued Rt	Precued Lt	F-value
R	69.00 (± 22.63)	93.75 (± 7.59)	72.00 (± 16.81)	12.843***
L	65.75 (± 18.59)	64.75 (± 15.09)	83.75 (± 11.80)	9.633***
Total	67.37 (± 20.50)	79.25 (± 18.82)	77.87 (± 15.52)	7.400**
Ear Advantage	3.25 REA	28.00 REA	11.75 LEA	35.983***
<i>t</i>	.846	9.947***	-3.372**	

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Figure 3. 반응방식과 귀에 따른 수행력

반응방식과 귀 간의 수행력을 알아보기 위하여 반복측정 이원분산분석을 실시한 결과, 귀 간[F(1,18) = 24.651, $p < .05$]과 반응방식 간[F(2,34) = 7.508, $p < .05$]에서는 주효과가 나타났다. 귀×반응방식[F(2,34) = 32.081, $p < .05$]은 유의미한 상호작용이 있었다. 오른쪽 귀에서는 Precued Rt의 수행력이 유의미하게 높으며, 왼쪽 귀에서는 Precued Lt의 수

행력이 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 귀별 반응방식의 차이가 있는지를 비교하기 위하여 일원분산분석 및 사후분석을 실시하였다. 그 결과 오른쪽 귀의 수행력은 Free recall 방식이 Precued Lt과는 유의미한 차이가 없으며, Precued Rt와는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 반면, 왼쪽 귀의 수행력은 Free recall 방식이 Precued Rt와는 유의미한 차이가 없으며, Precued Lt와는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 반응방식별 귀간 차이를 비교하기 위하여 *t*-test를 실시하였고, 그 결과는 Table 3와 같다. Free recall 방식[$t = .846$, $p > .05$]에서는 귀간 차이가 유의미하지 않았고, Precued Rt 방식[$t = 9.947$, $p < .05$]과 Precued Lt 방식[$t = -3.372$, $p < .05$]에서는 귀간 차이가 유의미한 것으로 나타났다. 또한, 반응방식에 따라 나타나는 귀 우세 현상 변화율이 통계적으로 유의한지 알아보기 위하여 일원분산분석을 실시한 결과, [F(2,4.85) = 35.983, $p < .05$]로 귀 우세 현상의 크기는 모두 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

DISCUSSIONS

국내외로 중추청각처리장애(central auditory processing disorders, CAPD)에 대한 연구가 증가하면서 이에 대한 관심도 점차 높아지고 있다. 국외에서는 이미 CAPD 진단 도구를 통해 CAPD 대상자들을 평가하고 이에 대한 재활도 활발히 이루어지고 있다. 국내에서도 CAPD 검사 표준화를 위한 연구가 이루어져 적용이 시도되고 있는 단계로 다양한 진단도구의 개발뿐만 아니라 진단에 따른 추후 재활에 대한 요구도 증가될 것으로 여겨진다. 본 연구는 CAPD 검사의 한 부분으로 임상적으로 가장 널리 사용되고 있는 DDT의 효율성을 극대화하기 위하여 3 digit pair 검사의 IDI와 반응방식에 따른 수행력을 살펴보므로 임상적으로 유용성을 보이는 한국어 3 digit pair 검사의 파라미터를 제시함과 동시에 이분청취를 사용하는 청능훈련의 범위를 살펴보고자 하였다.

자극의 복잡성에 따른 DDT 검사를 실시한 영어권의 연구들은 3 digit pair 수행력이 천장효과를 보이는 1 ~ 2 digit pair에 비해 더 낮은 점수를 보이고, REA도 나타나므로 임상적으로 유용하다고 보고하였다(Kimura, 1961; Strouse & Wilson, 1999; Wilson & Jaffe, 1996). 그러나 Strouse & Wilson(1999)의 연구에서와 같이 20대 성인을 대상으로 실시한 3 digit pair 수행력은 오른쪽 귀 92.7(± 7.1)%, 왼쪽 귀 89.8(± 8.5)%로 여전히 1 ~ 2 digit pair과 같은 천장효과의 위험성을 배제할 수 없으므로 IDI 조정 등 수행력의 감소를 위한 변인 조정의 노력이 시도되었다(Carter & Wilson, 2000). 즉, 3 digit DDT 수행력의 감소를 위하여 IDI의 간격을 500 ms보다 더 빠르게 설정하여 양이에서 정보를 처리하는 시간을 감소시키므로 난이도를 조절하고자 하였다.

한국어 DDT 연구 결과들은 영어권과 동일한 500 ms의 IDI를 사용하는 경우, 3 digit pair의 수행력이 영어권의 결과에 비해 월등히 낮은 것으로 나타났다(장현숙 외, 2014; 전아름 & 장현숙, 2009). 장현숙 외(2014)는 1 ~ 3 digit pair를 사용하여 한국어 DDT를 연령별로 표준화하였는데, 성인의 3 digit

pair 수행력을 오른쪽 귀 67.3(± 18.7)%, 왼쪽 귀 59.6(± 18.8)%로 보고하였다. 한국어 3 digit DDT 수행력이 영어권의 수행력에 비해 낮은 결과를 보이는 것은 영어의 숫자와 비교하여 한국어 숫자가 음절 구조 및 음성적으로 높은 유사성으로 인지의 어려움을 보이기 때문으로 해석될 수 있다(김유경 외, 2008). 그러므로 본 연구에서는 한국어의 경우 낮은 수행력을 증가시키기 위하여 IDI의 간격을 500 ms보다 느리게 제시하므로 정보를 처리하는데 충분한 시간을 제공하여 난이도를 낮추어 그 수행력을 살펴보고자 하였으며, 또한 언어적 특성을 고려하였을 때 한국어 3 digit 검사의 적정 파라미터가 무엇인지를 밝히고자 하였다.

Free recall 방식으로 다양한 IDI 조건을 제시하여 3 digit DDT 검사를 실시한 결과, IDI를 500, 750, 850, 1,000 ms로 변화시킴에 따라 500 ms에서는 60.25%의 낮은 수행력을 보이다가 850 ms에서는 81.25%까지 도달하였고 1,000 ms에서는 오히려 72.25%로 감소된 수행력을 보였다. 자극의 제시속도는 단기기억 능력에 영향을 미치는데 4, 6, 8, 10, 12, 14개 숫자를 4 ~ 14순, 14 ~ 4순으로 .1, .2, .5, 1.0 sec의 간격으로 제시한 digit span 검사 연구(Sitterley, 1968)에서 .5 sec 이상의 간격을 사용하였을 때 회상능력이 증가하는 것으로 나타났는데 digit span 검사와 DDT 간에는 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Maerlender, 2010). 그러므로 500 ms에서 850 ms의 IDI 간격은 자극을 처리하는 시간이 늘어나 단기기억 능력이 향상되어 점차 높은 수행력으로 나타나는 반면, IDI가 1,000 ms로 도달하였을 때는 처리하는 시간은 충분히 제공되었지만 처리가 다 된 후에도 이를 기억하고 있어야 하는 시간이 더 주어져 오히려 수행력이 감소되는 것으로 해석될 수 있다. 이를 통하여 3 digit pair 검사의 수행력을 높일 수 있는 파라미터는 850 ms IDI 조건임을 알 수 있다. 또한, IDI에 따른 REA도 500, 750, 1,000 ms의 IDI 조건에서는 오른쪽 귀와 왼쪽 귀의 수행력 차이가 유의미하지 않았으나 850 ms의 IDI 조건에서는 유일하게 REA가 관찰되었다. 이상의 결

과, 한국어 3 digit pair의 850 ms IDI 조건은 적당한 REA 크기가 나타나면서 수행력 또한 80%까지 나타나 천장효과를 배제할 수 있으므로 임상적으로 사용하기에 적절함을 시사한다고 할 수 있다.

DDT 결과에 영향을 주는 또 다른 요인으로 반응 방식에 따른 수행력 변화로, 두 번째 실험에서는 첫 번째 실험의 IDI 조건과 접목시켜 반응방식에 따른 수행력 변화를 살펴보았다. 선행연구들에서 Free recall보다 Precued Recall 방식의 cue가 있는 귀의 수행력이 크게 높아지는 결과(전아름, 2008; Strouse et al., 2000)들을 고려하여 가장 높은 수행력이 나타난 850 ms IDI 조건보다 난이도가 한 단계 높은 750 ms IDI 조건을 사용하여 본 실험을 실시하였다. 그 결과, Free recall, Precued Rt, Precued Lt 조건에서의 수행력이 Free recall 수행력 보다 Precued Rt, Precued Lt의 수행력이 유의미하게 높았으며, 오른쪽 귀는 69.00%, 93.75%, 72.00%를, 왼쪽 귀는 65.75%, 64.75%, 83.75%로 오른쪽 귀는 Precued Rt에서, 왼쪽 귀는 Precued Lt에서 유의하게 높은 수행력을 나타내었다. 이러한 결과는 선행연구 결과들(전아름, 2008; Strouse et al., 2000)과 일치하였다. 또한 Precued recall 조건에서 귀 간 차이도 Precued Rt에서는 오른쪽 귀가, Precued Lt에서는 왼쪽 귀가 유의하게 높은 것으로 나타났다. 즉, Free recall, Precued Rt, Precued Lt 조건에서 각각 3.25% REA, 28.00% REA, 11.75% LEA를 나타내었다. Free recall의 귀 우세 현상보다 더 크게 나타난 Precued Rt와 Precued Lt의 귀 우세 현상 변화는 Kimura(1967)의 청각 자극 처리 모델과 Directed recall 방식에 대한 수행력 양상으로 설명될 수 있다. Kimura(1967)의 청각 자극 처리 모델은 오른쪽 귀에 제시된 자극이 좌반구로 바로 연결되어 오른쪽 귀의 수행력이 더 높고, 왼쪽 귀는 우반구로 연결되어 뇌량을 거친 후 좌반구에 도달하기 때문에 상대적으로 낮은 수행력을 보이게 된다. 또한 Precued Rt 조건에서는 Directed recall의 원리(Bryden, 1988; Hugdahl & Andersson, 1986; Wilson et al., 1996)로 오른쪽 귀에 더 집중을 하기 때문에 상대적으로

오른쪽 귀 수행력은 더욱 높아지고, 나중에 대답을 해야 하는 왼쪽 귀는 Free recall 조건에 비해 상대적으로 더 낮은 수행력을 보이게 되어, 큰 REA가 생기게 된다. 그러나 Precued Lt는 왼쪽 귀에 더 집중을 하게 되어 Free recall 조건보다 상대적으로 높은 수행력을 보이지만 나중에 반응해야 하는 오른쪽 귀는 왼쪽 귀보다 더 빠르게 좌반구로 전달되어 상대적으로 Precued Rt의 왼쪽 귀 수행력보다 Precued Lt의 오른쪽 귀 수행력이 더 높게 나타나게 되어 Precued Rt 보다는 상대적으로 작은 LEA가 발생한 것으로 해석된다.

기존의 연구 결과에서는 한국어 2 digit pair 검사 수행력이 천장효과를 보였음에도 70% 이하의 낮은 3 digit DDT 점수로 인하여 3 digit DDT 보다는 2 digit DDT의 임상적 사용이 추천되었다(전아름, 2008). 본 연구에서는 IDI 조건과 반응방식에 따라 나타나는 3 digit DDT 수행력 변화를 통하여 임상적으로 3 digit DDT를 적용하는 것에 대한 유용성을 확인할 수 있었다. 즉, 한국어 3 digit DDT을 사용하는 경우, Free recall 방식에서는 기존의 500 ms보다 더 긴 850 ms의 IDI를 사용하여 난이도를 낮추거나, 이보다 더 낮은 IDI를 사용할 경우 Free recall 보다는 Precued recall 방식을 사용하는 방법을 적용하는 것이다. 그러나 본 연구에서 850 ms IDI 조건에서는 반응방식에 대한 실험이 이루어지지 않았고, 750 ms 조건에서 반응방식에 대한 비교만 이루어져 실제로 850 ms IDI 조건에서의 Precued recall 방식에 대한 유용성의 가능성을 배제할 수 없다는 것이다. 또한 건청 성인뿐만 아니라 아동 및 난청인의 능력을 평가하고 비교하고자 하는 경우 850 ms에서 높은 수행력은 더 효율적일 수도 있다. 그러므로 Free recall 방식으로 850 ms의 IDI를 사용하는 경우, 자극에 복잡성에 대한 연구가 후속되어야 하며, 임상적 사용을 위해 더 많은 대상자를 포함하여 연령 기준, 신뢰도와 타당도 검증, 특이도와 민감도에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다. 비록 본 연구에서 적은 연구대상 결과지만 IDI와 반응방식을 통한 수행력 변화를 확인하였으므로 청능훈련으로 적용할 수 있는 기반을

제공하고 있다. 즉, 강도나 시간차를 이용한 영어권의 훈련도구들(Lau, 2014; Musiek, 2004)처럼 IDI 조건과 주의집중방식을 이용한 청능훈련 도구 개발이 고려될 수 있음을 시사하며 이러한 파라미터들이 실제 청능훈련에 도움이 되는지에 대한 후속 연구도 활발히 이루어질 필요가 있다.

중심단어: 반응방식, 숫자간격, 이분숫자청취검사

REFERENCES

- 김유경, 최양규, 박현, & 석동일. (2008). 정상 성인의 이분숫자청취의 특징. *특수교육저널: 이론과 실천*, 9(2), 45-60.
- 장현숙, 김유경, 황혜경, 이미숙, 조수진, 탁평곤 외. (2011). 한국어 중추청각처리 평가도구(CAPA-K)의 표준화 연구. *한림대학교: 한국청각언어재활학회 학술대회 발표논문집*. pp. 65-67.
- 장현숙, 전아름, 유현이, & 김유경. (2014). 한국어 이분숫자청취검사의 개발 및 표준화 연구. *특수교육저널: 이론과 실천*, 15(4), 489-506.
- 전아름. (2008). 이분청취검사(Dichotic Listening Test)에서 자극의 복잡성, 제시방법 및 연령에 따른 수행능력 비교. *한림대학교 일반대학원 석사학위논문*. 춘천.
- 전아름 & 장현숙. (2009). 자극의 복잡성, 주의집중방식 및 연령에 따른 이분숫자청취 능력 비교. *특수교육저널: 이론과 실천*, 10(4), 377-395.
- Broadbent, D. E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47(3), 191.
- Bryden, M. P. (1988). An overview of the dichotic listening procedure and its relation to cerebral organization. In Hugdahl, K. (Ed.), *Handbook of Dichotic Listening: Theory, Methods, and Research*. Chichester, Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Carter, A. S. & Wilson, R. H. (2000). The effect of filtering and inter-digit interval on the recognition of dichotic digits. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 37(5), 599-606.
- Clarke, J. M., Lufkin, R. B., & Zaidel, E. (1993). Corpus callosum morphometry and dichotic listening performance: Individual differences in functional interhemispheric inhibition?. *Neuropsychologia*, 31(6), 547-557.
- Hugdahl, K. & Andersson, L. (1986). The "forced-attention paradigm" in dichotic listening to CV-syllables: A comparison between adults and children. *Cortex*, 22(3), 417-432.
- Humes, L. E., Coughlin, M., & Talley, L. (1996). Evaluation of the use of a new compact disc for auditory perceptual assessment in the elderly. *Journal of the American Academy of Audiology*, 7, 419-427.
- Lau, C. (2014). CAPDOTS. Retrieved from <http://capdots.com/about-capdots/our-story/>.
- Kimura, D. (1961). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, 15(3), 166-171.
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 3(2), 163-178.
- Maerlender, A. (2010). Short-term memory and auditory processing disorders: Concurrent validity and clinical diagnostic markers. *Psychology in the Schools*, 47(10), 975-984.
- Meyer, V. & Yates, A. J. (1955). Intellectual changes following temporal lobectomy for psychomotor epilepsy: Preliminary communication. *Journal of Neurology*, 18(1), 44.
- Milner, B. (1958). Psychological detects produced by temporal lobe excision. *Research Publications of the Association for Research in Nervous and Mental Disease*, 36, 244-257.
- Musiek, F. E. (1983). Assessment of central auditory dysfunction: The dichotic digit test revisited. *Ear*

- and Hearing, 4(2), 79-83.
- Musiek, F. E. (2004). The DIID: A new treatment for APD. *The Hearing Journal*, 57(7), 50.
- Musiek, F. E. & Chermak, G. D. (2007). *Handbook of (central) auditory processing disorder. Volume I. Auditory Neuroscience and Diagnosis*. San Diego, CA: Oxford Brisbane.
- Noffsinger, D., Martinez, C. D., & Wilson, R. H. (1994). Dichotic listening to speech: Background and preliminary data for digits, sentences, and nonsense syllables. *Journal of the American Academy of Audiology*, 5(4), 248-254.
- Sitterley, T. E. (1968). Short-term retention of sequentially presented digits as a function of interdigit interval, digit duration, and series length. *Journal of Experimental Psychology*, 78(1), 174.
- Speaks, C., Niccum, N., & Van Tasell, D. (1985). Effects of stimulus material on the dichotic listening performance of patients with sensorineural hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 28(1), 16-25.
- Strouse, A. & Hall, J. W. (1995). Test-retest reliability of a dichotic digits test for assessing central auditory function in Alzheimer's Disease: Original paper. *International Journal of Audiology*, 34(2), 85-90.
- Strouse, A. & Wilson, R. H. (1999). Recognition of one-, two-, three-pair dichotic digits under free and directed recall. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10, 557-571.
- Strouse, A., Wilson, R. H., & Brush, N. (2000). Recognition of dichotic digits under pre-cued and post-cued response conditions in young and elderly listeners. *British Journal of Audiology*, 34(3), 141-151.
- Voyer, D., Dempsey, D., & Harding, J. A. (2014). Response procedure, memory, and dichotic emotion recognition. *Brain and Cognition*, 85, 180-190.
- Wilson, R. H. & Jaffe, M. S. (1996). Interactions of age, ear, and stimulus complexity on dichotic digit recognition. *Journal of the American Academy of Audiology*, 7(5), 358-364.
- Zenker, E. M., Cosialls, M., Carmona, D., Belda, F., & Barajas, J. (1972). The effect of age over the dichotic digit test. *German Society of Audiology*, 6(9), 174.