

## 한국어 이분숫자칭취검사의 개발 및 표준화 연구\*

장 현 숙\*\*

한림대학교 언어청각학부

전 아 름

한림대학교 언어병리청각학과

유 현 이

한림대학교 언어병리청각학과

김 유 경\*\*\*

한림대학교 언어청각학부

### 《 요 약 》

본 연구는 한국어 digit의 음절 및 음소적 유사성을 고려하여 한국어 이분숫자칭취검사를 개발하고 표준화하여 국내의 임상현장에서 활용할 수 있는 연령별 규준을 제공하는데 그 목적이 있다. 이분숫자칭취검사에서 음성적 유사성에 따른 오류를 배제하기 위해 1-10까지의 조합으로 1 digit pair 90개와 2 digit pair 180개에 대한 음원을 제작하여 20대 성인 20명을 대상으로 오류 유형과 오류율을 분석하였다. 가장 오류율이 높은 2를 제외한 나머지 digit으로 최종 1-3 digit 검사 목록을 개발하였으며 각 목록은 20개의 숫자쌍으로 구성하였다. 개발된 이분숫자칭취검사의 연령별 규준을 마련하기 위해 만 7세부터 만 12세까지의 아동 272명과 대학교에 재학 중인 20대의 성인 95명을 대상으로 표준화 검사를 진행하였는데, 1과 2 digit 검사는 모든 연령 그룹을 대상으로, 3 digit 검사는 성인 그룹만을 대상으로 실시하였다. 1-3 digit 검사의 연령별 평균점수와 표준편차를 산출한 결과, 모든 연령이 1 digit 검사에서 우측 귀 95.3-99.5%, 좌측 귀 89.2-98.7%를, 2 digit 검사에서는 우측 귀 66.9-92.3%, 좌측 귀 59.8-89.9%로 연령이 증가함에 따라 정답률이 유의미하게 높아졌고 digit 수가 증가함에 따라 정답률이 유의미하게 낮아졌다. 1 digit의 경우는 9세부터, 2 digit의 경우는 12세가 되어야 성인수준의 수행력을 보이는 것으로 나타났다. 또한 모든 연령에서 우측귀우세 현상을 보였으나 1 digit과 2 digit 검사 모두 7, 8세에서 유의한 차이를 나타내었다. 검사-재검사 신뢰도를 성인을 대상으로 2-3 digit 조건에서 측정한 결과, 0.857-0.930의 높은 신뢰도계수를 보였으며, 공인타당도 검증을 위해 한국표준 언어음청각검사의

\* 이 논문은 한국연구재단의 여성과학자지원사업 (과제번호: 2009-0070527) 연구비 지원에 의한 연구임.

\*\* 제 1저자(hsjang@hallym.ac.kr)

\*\*\* 교신저자(yulyoung.kimlee@gmail.com)

단음절어표를 사용한 어음인지검사와 2 digit 이분숫자청취검사 결과와 유의미한 상관성을 나타내었다. 본 연구 결과, 1 digit 검사는 어린 아동에게도 너무 쉬운 검사이고, 3 digit 검사는 성인에게도 수행력이 낮게 나타나 중추청각처리 평가를 위해서는 2 digit 검사가 적절하나, 한국어 이분숫자청취검사의 연령별 기준을 중추청각처리장애 진단 시 -2 표준편차로 절단(cut off) 기준을 사용할 때, 7-8세의 경우에는 낮은 점수에 대한 고려가 요구된다.

주제어 : 이분청취검사, 이분숫자청취검사, 중추청각처리장애, 우측귀우세

## 1. 연구의 필요성 및 목적

중추청각처리장애(auditory processing disorders, CAPD)는 중추청각신경계에서 청각정보를 처리하는데 어려움을 보이는 것으로 생애전주기에 걸쳐 나타날 수 있는데 특히 학령기의 CAPD 출현율은 2-5%(Bamiou et al., 2001; Chermak & Musiek, 2007)로 이러한 어려움은 언어, 학습, 인지, 사회성 발달과도 밀접하게 연관되므로 조기에 선별 및 진단되고 이에 따른 적절한 중재가 이루어져야 한다. CAPD 진단 평가는 중추청각신경계의 청각처리능력을 전반적으로 측정할 수 있는 검사들로 구성하여 실시하는데 이러한 검사영역들은 청각변별(auditory discrimination), 청각정보의 시간적처리검사(temporal processing tests), 이분청취검사(dichotic tests), 편이저잉여성검사(monaural low-redundancy tests) 및 양이상호작용검사(binaural interaction tests)이다(ASHA, 2005; AAA, 2010). 이 중 이분청취검사는 양측 귀에 동시에 제시되는 서로 다른 청각정보를 통합 또는 분리하는 중추청각신경계의 기능을 측정하는 검사로 청각신경계의 성숙, 언어 우세 반구의 명시, 단기청각기억의 저장 및 회복, 반구 및 반구간의 병변 및 기능에 대한 정보를 제공한다(Musiek & Chermak, 2014).

전형적인 이분청취 패러다임은 청각경로의 비대칭성, 반구의 언어 우세성, 반구간 정보교환 등과 연관하여 설명될 수 있다. 즉, 말초청각체계에서 대뇌피질 청각영역에 이르는 청각경로의 비대칭성으로 대측 경로를 통해 전달되는 정보가 우세하여 동측 경로로 전달되는 정보처리를 억제하게 되며. 이러한 결과로 우측 귀로 들어 온 언어정보는 언어 우세 반구인 좌반구에 곧 바로 전달되지만, 좌측 귀로 들어 온 정보는 우반구에 전달된 다음 뇌량의 교련섬유를 거쳐 좌측 귀에 도달하기 때문에 우측 귀의 수행력이 높은 우측 귀 우세 현상(right ear advantage, REA)을 나타낸다. 이

러한 REA는 연령에 따라 변화를 보이는데 정상 성인에게서도 미세하게나마 나타나는 현상이며, 일반적으로 뇌량을 지나는 교련섬유(commisural fiber)가 완전히 수초화(myelinate)되는 12-18세 정도에 이르러 REA가 성인수준에 도달하는 것으로 보고되고 있다(Musiek & Chermak, 2007).

이분청취검사는 중추청각체계의 상태 이외에 신호의 언어적 내용, 자극의 복잡성, 검사의 반응방법, 연령, 양측 귀의 청력차이, 기억폭, 동기부여, 인지능력 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받으므로(Silman et al., 2000) CAPD의 평가와 해석시 주의깊게 고려되어야 한다. 청각처리 과정을 평가하기 위한 검사는 최소한의 언어적 요구를 가진 자극의 사용을 통하여 언어적 변수를 조절하거나 또는 언어적 변수를 규칙적으로 촉진하고, 기억 로드를 최소화하고, 단순한 반응방식을 사용하는 것으로 달성할 수 있다(Jerger & Musiek, 2000). 다양한 어음자극(음소, 숫자, 단어, 문장)을 사용하는 이분청취검사 중 숫자(digit)을 사용하는 이분숫자청취검사(dichotic digit test)는 다른 검사자극에 비해서 작업기억(working memory)에 더 의존적인 검사이지만(Lawfield, McFarland, & Cacace, 2011), 상대적으로 언어적 로드가 적고, 친숙하여 아동과 노인에게 적용할 수 있고(Strouse & Hall, 1995; Strouse & Wilson, 1999), 말초청력손실에 덜 영향을 받으며(Musiek et al., 1991), 검사와 채점이 용이하다. 무엇보다 이 검사는 중추청각신경계의 기능에 대한 민감도가 70-90%, 특이도가 80-90%로 매우 높으며(Hurly & Musiek, 1997; Musiek et al., 2011), 최근의 조사연구(Emanuel et al., 2011)에서는 50% 이상의 청능사가 중추청각처리장애 평가 시 사용한다고 보고된 가장 영향력있는 CAPD 평가도구 중 하나이다.

영어권에서 널리 사용되고 있는 이분숫자청취검사(Musiek, 1983)는 1-10까지의 digit 중 이음절로 구성된 '7(seven)'을 제외하고 총 9 개 digit으로 구성된 검사 목록을 사용한다. 검사목록은 3 문항의 연습문항과 20 문항의 2 digit pair로 구성되어 있으며, 피검자는 50 dB SL로 양측 귀에 제시된 2 digit pair를 그대로 따라 말하게 되며, 점수는 각 귀를 분리하여 백분율로 산정한다. 이 검사의 -3 SD 기준 자료에 의하면, 7-11세 아동에게서 55-90%와 정상 성인의 경우 90% 이상의 수행력을 보이는 것으로 보고되었다(Musiek, 1983).

이분숫자청취검사에 대한 국내 연구에서 김유경 외(2008)는 한국 성인을 대상으로 한국어 1과 2 digit pair와 영어 1 digit pair를 검사하였으며, 영어의 digit의 구성이 다양한 자모음으로 구성되어 있고, 다양한 음절구조를 가지고 있는 반면에 한국어 digit은 음절구조와 자모음 구성이 유사하기 때문에 이분청취 형식으로 제시될 때 더 많은 어려움이 있다고 보고하였다. 이와 같은 음절 구조와 음소의 유사성으로 인한 오류를 최소화하기 위하여 전아름·장현숙(2009)의 연구에서는 한국어 이분숫자청취검사의 제작에 앞서 digit pair의 음성적 유사성 검사를 실시하여 오류

율이 가장 높은 digit 2를 제외하고 1-4 digit pair의 문항을 구성하여 자극의 복잡성, 주의집중방식 및 연령에 따른 수행능력의 특징을 연구하였다. 성인이 2 digit pair 조건에서 90% 이상의 천정효과를 보였지만 3 digit pair 조건에서는 우측 귀의 평균이 72% 정도만을 나타내고, 아동들의 경우 2 digit pair의 결과도 높지 않으므로 임상에서 2 digit pair를 사용할 것을 제안하였다.

본 연구는 현재 국내의 표준화된 중추청각 검사도구의 부재 상태에서 국내의 임상현장에서 활용할 수 있는 이분숫자청취 검사를 표준화하여 CAPD의 진단에의 활용뿐만 아니라 재활 프로그램 개발을 위한 지표로 제공될 수 있도록 개발하고자 하였다. 그러므로 본 연구에서는 한국어 이분숫자청취검사의 표준화를 위해 전아름·장현숙(2009)의 연구에서 제작한 음원을 기초로 한국어 digit pair의 음성적 유사성에 따른 오류 검증을 1과 2 digit pair에서 실시하고 1에서 10까지의 digit 중 포함되어야 할 digit과 문항을 결정하고, 아동의 경우는 1-2 digit pair 검사를, 성인의 경우는 1-3 digit pair 검사를 실시하므로 각 검사의 연령별 기준을 제시하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

표준화 검사를 위한 연구 대상은 만 7세부터 만 12세까지의 아동과 대학교에 재학 중인 20대 성인으로 연령·지역·성별 등의 여러 측면에서 골고루 표집될 수 있도록 유층표집법을 사용하여 추출하였다. 전국의 균형적인 표본의 표집을 위해 제주특별자치도를 제외한 전국을 서울·경기, 강원, 경상, 전라, 충청의 5개 지역권역으로 구분하여 연령별로 50-60명씩 구성되는 대상을 지역권역별로 차등 배당하여 선정되도록 표집하였으며, 각 지역권역별로는 모든 연령이 포함될 수 있도록 구성하였다. 그러나 검사센터의 규모와 선별검사 과정에서 대상자 선정기준에 부적합 및 표준화 검사 과정에서의 검사 중도 포기 등의 이유로 실제 표집 대상 수는 아동 272명(남: 138, 여: 134)과 성인 95명(남: 36, 여: 59)으로 총 367명이었다. 아동은 만 7세 59명(남: 30, 여: 29), 만 8세 49명(남: 26, 여: 23), 만 9세 55명(남: 29, 여: 26), 만 10세 33명(남: 15, 여: 18), 만 11세 47명(남: 22, 여: 25), 만 12세 30명(남: 16, 여: 14)이었다.

모든 연구 대상자는 중이 병변 및 다른 이과적인 병력이 없으며 어떠한 신경학

적 병력이 없는 경우로 오른손잡이만을 포함하였다. 순음청력검사 결과, 양측 귀 모두 250-8,000 Hz에서  $\leq 15$  dB HL로 각 주파수에서 10 dB 이내의 양이 차이를 보이는 경우만을 포함하였는데, 본 연구 대상자의 주파수 500, 1,000, 2,000 Hz의 순음역치평균(pure-tone average)은 우측 귀 4.32 dB HL, 좌측 귀 3.45 dB HL이었으며 어음인지도(Word Recognition Score, WRS) 결과가  $\geq 92\%$ 였다. 아동의 경우, 부모 또는 교사의 보고에 의해서, 지능, 학습 행동, 언어에 정상적인 발달을 보이며, 그림어휘력 검사결과 수용언어 능력이 정상범주에 속하고(김영태 외, 1995), 청각행동척도(Scale of Auditory Behaviors, SAB, Schow et al., 2006)와 FISHER'S 청각 체크리스트(Fisher's Auditory Problems Checklist, Fisher, 1976) 평가 결과, 각각 본 연구에 참여한 동년배 평균점수의 -2 표준편차 이상에 속하는 경우만을 포함하였다.

## 2. 연구 도구

### 1) 연구 장비

이분숫자청취검사를 위해 30 dBA 이하의 방음실에서 청력검사기(Grason-Standler, GSI-61 또는 Interacoustics, AC 40)를 사용하였으며, 청력검사기는 CD player(Samsung, MM-C430D)와 연결하여 헤드폰(TDH-50)을 통하여 편측 귀 또는 양측 귀에 자극음을 제시하였다. 소음측정기(Bruel & Kjaer, Modular precision sound analyzer type 2260)를 사용하여 방음실 소음측정 및 청력검사기와 검사 음원의 보정을 실시하였다. 녹음장비는 Soundforge Vegas 6.0 소프트웨어 프로그램과 마이크(Seide, PC-M1f unidirectional microphone)를 사용하였고 Adobe Audition 2.0 프로그램을 이용하여 녹음된 음원을 편집하였다.

### 2) 이분숫자청취검사 도구

#### (1) 예비 음원

본 연구는 표준어를 사용하는 20대 남성 전문 화자에 의해 1부터 10까지의 한국어 숫자를 Soundforge Vegas를 사용하여 44,100 Hz, 16 bit, stereo로 녹음하였으며 Adobe Audition 2.0으로 편집하였다. 각 음원은 1 digit pair와 2 digit pair로 나누어 구성하였는데 1부터 10까지의 모든 가능한 digit 조합으로 동일한 digit pair를 우측 귀와 좌측 귀에 번갈아 제시하도록 1 digit pair는 총 90개 문항으로, 2 digit pair는 총 180개 문항으로 하였다. 음원의 digit 간 간격(interdigit interval)은 500 ms, 자극 간 간격(interstimulus interval)은 각각 4, 5 sec로 편

집하였다. 최종적으로 처리된 검사목록은 소음측정기(sound level meter)를 이용하여 0 VU meter에 고정된 1000 Hz의 보정톤과 함께 CD 음원으로 제작하였다.

### (2) 한국어 digit pair의 오류 분석

한국어의 digit 선택을 위하여 1-10까지의 digit 조합 1 digit pair 총 90개와 2 digit pair 180개를 대학교에 재학 중인 정상 청력을 가진 20대의 성인(연령범위 20-28세; 평균연령 22.7세) 20명(남 10명, 여 10명)을 대상으로 양 측 귀에서 동시에 제시되는 digit을 자유회상(free recall) 방식으로 모두 따라 말하게 사전 검사하여 오류 유형과 오류율을 분석하였다. 자극은 50 dB SL(Musiek, 1983)에서 TDH-50 헤드폰을 통하여 제시하였으며, 검사를 실시하기 전에 모든 피험자는 편측 귀로 음원의 digit을 하나 또는 두 개씩 듣고 따라하도록 하여 편측 귀에서의 숫자 확인이 가능한지를 살펴본 후 digit pair 조건을 실시하였다. 검사조건과 목록은 무작위로 제시하였으며 검사시간은 연습문항을 포함하여 약 30분정도 소요되었다.

### (3) 최종 음원

한국어 이분숫자청취검사는 음향학적인 유사성으로 가장 많은 오류를 보이는 2를 제외한 1-10의 digit을 각각의 귀에 동시에 1, 2, 또는 3 digit pair로 제시될 때 피검자에게 양측 귀에서 동시에 제시되는 digit을 자유회상 방식으로 모두 따라 말하도록 하는 검사로 개발하였다. 한국어 이분숫자청취검사 도구를 제작할 때 숫자 2를 제외하였을 뿐만 아니라 2 digit pair 조건에서 오류를 가장 많이 보인 '3 & 4'와 '7 & 10'도 검사 자극에서 제외하여 검사문항을 구성하였다. 최종적으로 1-3 digit 검사 총 3개의 목록을 개발하였으며 각각은 20개의 digit pair로 구성하였다. 또한 각 검사 목록에 선행하여 3문항의 연습문항을 제시하였다. Digit 간 간격(interdigit interval)은 500 ms으로 하였으며, 자극 간 간격(interstimulus interval)은 1-3 digit 조건에서 각각 4, 5, 6 sec으로 하였다(Strouse & Wilson, 1999). 1-3 digit 검사 음원의 한 목록 당 소요시간은 1 digit이 2분 30초, 2 digits이 3분 20초, 3 digits이 3분 50초였다.

## 3. 연구 절차

이분숫자청취검사의 표준화검사는 2010년 6월부터 2013년 6월까지 대상자가 거주하는 전국 5개 권역의 표준화 검사센터에서 이루어졌다. 모든 대상자나 보호자로부터 연구 참여 동의서를 받은 후 연구대상 선정기준에 적합한지를 선별하였다. 표준화 검사를 위한 검사자는 전국 5개 권역의 검사센터를 담당하는 청각학 박사학

위 및 석사학위 전공자나 이들이 추천한 청각학 전공 대학생 및 대학원생으로 선정하고 교육을 실시한 후 검사를 하도록 하였다. 오류분석을 통하여 최종 개발된 음원을 사용하여 아동을 대상으로 1-2 digit 이분청취검사를 검사를 실시하였으며, 성인을 대상으로 1-3 digit 검사를 실시하였다. 또한, 표준화검사의 검사-재검사 신뢰도 검증을 위해 성인 피검자 21명을 대상으로 표준화검사 실시 2주 후에 1-3 digit 조건에서 재검사를 실시하였다.

#### 4. 자료 처리

검사 채점 결과는 SPSS(Ver 17.0) 프로그램을 사용하여 통계처리 하였다. 기초통계 자료로서 연령, digit, 검사귀의 평균과 표준편차를 구하였다. 아동과 성인의 1-2 digit 검사 결과를 비교하기 위하여 독립변인인 연령, digit, 검사귀를 주요인으로 하는 삼원분산분석과 각 digit별 연령 비교를 위하여 일원분산분석을 실시하였으며, 이에 따른 사후검정으로 Bonferroni correction을 사용하였다. 성인 그룹을 대상으로 digit, 검사귀를 주요인으로 하는 이원분산분석과 각 검사귀의 digit간 비교를 위하여 일원분산분석을 실시하고 사후검정으로 Bonferroni correction을 사용하였다. 또한 각 연령에 대하여는 t-test을 사용하여 검사귀간을 비교하였다. 모든 검사는 0.5 유의미 수준으로 검증하였다. 검사의 신뢰도 검증을 위해 검사-재검사 신뢰도를 .05 유의미 수준에서 산출하였으며, 타당도 검증을 위해 내용 타당도와 공인 타당도를 살펴보았다. 공인 타당도는 2 digit 검사의 결과와 한국표준 언어음청각검사의 단어인지도(김진숙 외, 2008)의 결과와의 상관성을 살펴보았다.

### III. 연구 결과

#### 1. 한국어 이분숫자청취검사 문항 개발을 위한 오류 분석 결과

한국어의 이분숫자청취검사에 사용할 digit을 선택하기 위하여 1-10까지의 숫자 조합 1 digit 총 90개와 2 digit 180개를 대학교에 재학 중인 20대 정상 성인 20명(남 10; 여 10)을 대상으로 양측 귀에서 동시에 제시하고 digit을 자유회상 방식으로 모두 따라 말하게 사전 검사하여 오류 유형과 오류율을 분석한 결과는 다음과 같다.

### 1) 1 digit pair의 오류분석 결과

총 90개의 1 digit pair 검사 결과, 98.3%의 정반응율을 보였다. 우측 귀에 제시된 digit은 98.33%, 좌측 귀에 제시된 digit은 98.44%의 정반응율을 나타내므로 양 귀 간의 유의미한 차이는 나타나지 않았다( $p>.05$ ). 귀 간의 제시방향에 상관없이 양측 귀에서 모두 정반응을 보인 digit pair는 42개로 약 46%를 나타냈고 오류수 1개, 2개, 3개, 4개, 9개를 보인 digit pair는 각각 28%, 8%, 10%, 2%, 2%를 차지하였다. 3번 이상의 오류를 보인 digit pair에서 가장 많이 오류를 보인 것은 '1 & 2'였으며 그 다음은 '1 & 7'의 순이었다. 가장 오류수가 많은 digit은 2(11개)와 1(7개)이었는데 가장 흔한 오류유형은 digit 2를 1로, 1을 2로, 3을 4로 대치하는 경우였다.

### 2) 2 digit pair의 오류분석 결과

총 180개의 2 digit pair 검사 결과, 84.5%의 정반응율을 보였다. digit pair 조합 중 100% 정반응율을 보인 조합은 38개(21%)였고, 정반응율 90%, 80%, 70%, 60%은 각각 58개(32%), 46개(25%), 26개(14%), 10개(5%)를 나타냈으며 2개의 digit pair 조합은 각각 50%와 40%를 보였다. 2 digit pair 검사에서도 digit 1과 2가 쌍을 이루어 제시될 경우 오류가 가장 많았으며 그 다음으로 오류가 많은 digit pair는 '3 & 4'와 '7 & 10'이었다. 또한 가장 많은 오류를 범한 세 개의 digit pair, '1 & 2', '3 & 4', '7 & 10'가 양측 또는 편측 귀에 각각 제시되는 경우의 오류율이 전체 오류의 64%가 넘었다. 위에 언급한 바와 같이 오류를 많이 범한 digit pair 조합들의 예는 다음과 같다. 1 & 2(우측)-10 & 3(좌측), 1 & 5(우측)-2 & 8(좌측), 2 & 4(우측)-1 & 5(좌측), 3 & 4(우측)-6 & 7(좌측), 3 & 2(우측)-4 & 1(좌측), 7 & 10(우측)-5 & 8(좌측), 1 & 10(우측)-5 & 7(좌측) 등이다. 또한 digit pair에서의 오류유형은 대치뿐만 아니라 생략을 포함하며 1 digit pair에서 나타나는 오류뿐만 아니라 그 전후에 나타나는 숫자들의 오류에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

## 2. 이분숫자청취검사 표준화 결과

모든 연령 그룹을 대상으로 표준화 검사를 위해 제작된 1 digit와 2 digit 검사를 실시한 결과는 <표 1>과 <그림 1>과 같다. 7세부터 20세까지 모든 연령은 1 digit 검사에서 우측 귀 95.3-99.5%, 좌측 귀 89.2-98.7%의 평균 정답률을 나타내었으며, 2 digit 검사에서는 우측 귀 66.9-92.3%, 좌측 귀 59.8~89.9%를 보여 1 digit 검사의 점수가 2 digit 검사보다 더 높았다.



연령, digit, 검사귀 간의 차이를 살펴보기 위하여 삼원분산분석을 실시한 결과, 연령 \* digit \* 검사귀 간 [F(6, 729)=.239, p>.05], 연령 \* 검사귀 간 [F(6, 729)=1.042, p>.05] 유의미한 상호작용은 없었고, digit \* 검사귀 간 [F(6, 729)=4.241, p<.05]과 digit \* 연령 간 [F(6, 729)=33.313, p<.05]은 유의미한 상호작용을 보였다. 검사귀 간 [F(1, 729)=29.82, p<.05], digit 간 [F(1,729)=745.15, p<.05], 연령 간 [F(6, 729)=79.85, p<.05]에서 주효과를 나타내었다. 즉, 우측 귀의 수행력이 좌측 귀보다, 1 digit pair 검사의 수행력이 2 digit pair 검사 수행력보다 유의미하게 더 높게 나타났으며, 연령이 증가함에 따라 정답률이 유의미하게 높아지는 경향이 있었다.

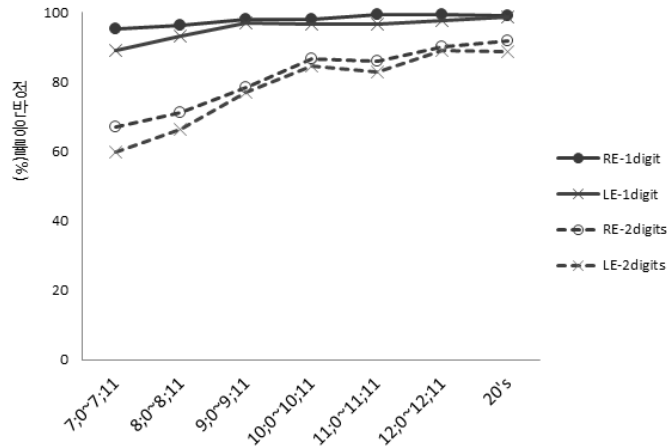
Digit \* 검사귀 간과 digit \* 연령 간 유의미한 상호작용을 나타내었으므로 digit 검사를 분리하여 검사귀별 연령간 차이를 일원분산분석을 실시하여 살펴본 결과<표 1>, 1 digit 검사에서는 우측 귀와 좌측 귀 모두 연령이 증가할수록 수행력도 유의미하게 증가하였다. 사후분석 결과, 우측 귀는 7세가 9세 이상과, 8세가 11세 이상과 유의미한 차이를 나타내었고, 좌측 귀는 7-9세까지 유의미하게 수행력이 향상되었으며, 양측 귀 모두 9세부터 성인 수준의 수행력을 보이는 것으로 나타났다. 2 digit 검사의 사후분석 결과, 우측 귀와 좌측 귀 모두 10세까지 수행력이 유의미하게 증가하였으며, 10세에서 성인의 수행력 수준을 보이는 것으로 나타났다. 각 연령별 좌측 귀와 우측 귀의 차이를 비교하기 위하여 t 검증을 실시한 결과, 좌측 귀와 우측 귀 모두 7세와 8세에서 우측 귀에서 유의미하게 높은 수행력을 나타내었다.

<표 1> 연령별 이분숫자청취검사(1, 2 digit 검사)의 평균, 표준편차 및 통계분석

Digit	자극 귀	연령별 이분숫자청취사 점수(%)							F	
		7세 n=60	8세 n=49	9세 n=55	10세 n=33	11세 n=47	12세 n=30	성인 n=95		
1		95.3 <sup>a</sup>	96.3 <sup>ab</sup>	98.0 <sup>bc</sup>	97.8 <sup>abc</sup>	99.3 <sup>c</sup>	99.5 <sup>c</sup>	98.9 <sup>c</sup>	8.200 ***	
	RE	±6.56	±4.87	±2.98	±4.33	±2.08	±1.52	±2.64		
		89.2 <sup>a</sup>	93.2 <sup>b</sup>	97 <sup>c</sup>	96.8 <sup>bc</sup>	96.7 <sup>c</sup>	97.7 <sup>c</sup>	98.7 <sup>c</sup>		22.396 <sup>**</sup> *
	LE	±9.44	±4.97	±4.15	±5.42	±5.25	±3.88	±2.93		
	REA	6.2	3.2	1.0	1.1	2.5	1.8	0.2		
	t	5.683 <sup>***</sup>	3.738 <sup>**</sup>	1.628	1.191	2.943 <sup>**</sup>	2.796	.718		
2		66.9 <sup>a</sup>	71.1 <sup>ab</sup>	78.5 <sup>bc</sup>	86.5 <sup>cd</sup>	86 <sup>d</sup>	90 <sup>d</sup>	92.3 <sup>d</sup>	37.267 <sup>**</sup> *	
	RE	±16.74	±17.32	±11.05	±7.75	±10.10	±11.69	±8.56		
		59.8 <sup>a</sup>	66.3 <sup>a</sup>	76.9 <sup>b</sup>	84.5 <sup>bcd</sup>	83.0 <sup>bc</sup>	89.1 <sup>cd</sup>	89.9 <sup>cd</sup>		49.454 <sup>**</sup> *
	LE	±19.52	±12.82	±10.73	±10.7	±11.5	±8.7	±9.73		
	REA	7.1	4.8	1.5	2.0	3.0	3.5	2.5		
	t	2.733 <sup>**</sup>	2.044 <sup>*</sup>	0.933	1.336	1.724	0.469	2.134 <sup>*</sup>		

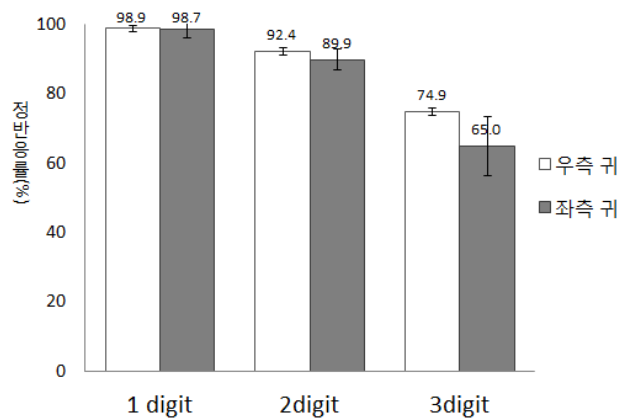
서로 다른 알파벳 a, b, c, d는 사후분석 결과 p < .05 수준에서 집단 간 차이가 있음을 나타냄

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



<그림 1> 연령별 1 digit과 2 digit 이분숫자청취검사 수행력

성인 그룹의 경우, 1-3 digit 검사를 모두 실시한 결과<그림 2>, digit 수가 증가함에 따라 수행력이 우측 귀는 98.89-74.89%로, 좌측 귀는 98.68-65.00%로 감소하였다. 검사귀와 digit 간의 차이를 살펴보기 위하여 이원분산분석을 실시한 결과, 검사귀 \* digit 간 유의미한 상호작용 [F(2, 282)=12.149,  $p<.05$ ]을 나타내었다. 각 검사귀의 digit 간 차이를 비교하기 위해 일원분산분석을 .05의 유의도 수준에서 실시한 결과, 우측 귀 [F(2, 284)=102.873,  $p<.05$ ], 좌측 귀 [F(2, 284)=224.310,  $p<.05$ ]로 모든 digit 간 유의미한 차이를 보였는데, 사후분석 결과, digit 수가 증가함에 따라 유의미하게 낮은 수행력을 나타내었다. 또한 각 digit별 검사귀간  $t$ -test 결과, 2 digit ( $t=2.134$ ,  $p=0.3$ )과 3 digit ( $t=4.465$ ,  $p=0.001$ )에서 우측 귀의 점수가 좌측 귀의 점수보다 유의미하게 높아 우측 귀 우세현상을 나타내었다.



<그림 2> 성인의 1 - 3 digit 이분숫자청취검사의 수행력

### 3. 신뢰도 검사

개발된 검사도구의 신뢰도 검사를 위하여 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)를 측정하였다. 성인 21명을 대상으로 본 검사를 실시하고 2주 이상이 지난 후에 재검사를 실시한 결과<표 2>, 재검사 안정성 계수는 0.857-0.930으로 모두 유의미하게 높게 나타나 시간 경과에 따른 검사 결과에 차이가 없는 신뢰로운 검사로 판정되었다.

<표 2> 이분숫자청취검사의 검사-재검사 신뢰도

		본 검사 n=21		재 검사 n=21		신뢰도 계수 (coefficient stability)	t 검증
		평균	표준편차	평균	표준편차		
1 digit	RE	98.89	±2.64	99.01	±1.54	0.917***	-0.734
	LE	98.68	±2.93	98.89	±2.34	0.921***	-0.663
2 digit	RE	89.29	±11.96	90.00	±9.74	0.857***	-0.530
	LE	86.43	±14.41	87.86	±11.99	0.850***	-0.861
3 digit	RE	70.71	±19.44	70.00	±15.73	0.915***	.404
	LE	59.76	±22.93	61.67	±16.30	0.930***	-0.890

유의도 : \* < 0.05, \*\* < 0.01, \*\*\* < 0.001

### 4. 타당도 검사

한국어 이분숫자청취검사의 문항 개발과 선정과정에서부터 내용타당도를 높이고자 하였으며 표준화 검사과정에서 공인타당도를 검증하였다. 내용타당도를 검증하기 위해 영어권 이분숫자청취검사의 검사 문항 특성과 한국어 숫자 음절의 유사성과 오류패턴을 고려하여 검사 문항을 개발하였다. 예비 음원을 만들어 정상청력을 가진 성인 및 아동을 대상으로 자극 수, 자극 제시방법의 다양한 조건으로 실험하고 통계 분석한 후 각 검사의 예비검사문항을 작성하였으며 예비검사문항에 대하여 관련전문가들의 검증을 통하여 수정하고 표준화 검사를 위한 검사문항을 확립하였다.

공인타당도는 표준화 검사로 개발된 한국표준 언어음청각검사의 단음절어표(김진숙 외, 2008)를 사용하여 조용한 상황에서 어음인지검사를 실시하여 산출하였다. 전 연령에 걸쳐 모든 대상에게 실시하였으며, 이분숫자청취검사의 2 digit과 조용한 상황에서 어음인지능력과의 상관계수는 우측 귀가 0.402, 좌측 귀가 0.411로 양측 귀 모두 유의한 상관관계(p<.05)를 나타내었다.

#### IV. 고찰 및 결론

이분칭취 기능의 정보처리 경로는 대뇌 반구를 거쳐 뇌량에 이르기까지의 정보 교환 및 상호작용에 의해 좌우되며 양측 측두엽의 기능 및 뇌간과도 관련이 있다고 알려져 있다(Bellis, 2003). 이분칭취 기능은 자극의 종류 및 특성, 검사방법, 인지 능력, 청력손실 정도 등 다양한 요인들의 영향을 받으므로 이들을 적절히 통제하지 않으면 평가나 해석이 어려워질 수 있다. 이러한 점에서 숫자를 검사 자극으로 사용하면 이분어음칭취 기능을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 다른 어음 자극을 사용할 때 보다 말초청력손실의 영향을 덜 받게 되어 매우 유리하다. 본 연구에서는 이러한 장점을 가진 한국어 이분숫자칭취검사를 개발하고 표준화하여 국내의 임상 현장에서 중추척각처리장애 진단을 위해 사용할 수 있도록 연령별 규준을 마련하고자 하였다.

양측 귀에 한국어 digit pair를 제시하였을 때 음성적인 유사성에 따른 오류를 보이는 것으로 나타났으며 1 digit pair 자극보다 2 digit pair 자극으로 제시하였을 때 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 가장 오류가 많은 digit은 2였으며, 오류의 양상은 주로 digit 2를 1로 혼동하는 경우였다. 이와 같은 결과는 동일한 음원을 사용하여 10명의 성인을 대상으로 실시한 전아름·장현숙(2009)의 연구 결과와 동일하였다. 또한, 2 digit pair에서의 오류유형은 대치뿐만 아니라 생략을 포함하며 1 digit pair에서 나타나는 오류뿐만 아니라 그 전후에 나타나는 digit의 오류에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구 결과에 더하여, digit 2의 포함여부가 1 digit 또는 2 digit 검사에 얼마만큼의 영향을 미치는지를 검증하기 위하여 성인 43명을 대상으로 2를 제외한 목록과 2를 포함시킨 목록을 제작하여 1 digit pair와 2 digit pair 검사를 실시한 결과, 2를 포함한 조건과 2를 포함하지 않은 조건의 평균점수가 1 digit pair 검사에서는 각각  $97.03(\pm 2.90)$ ,  $97.74(\pm 2.56)$ 였고, 2 digit pair 검사에서는  $89.19(\pm 8.16)$ ,  $92.56(\pm 7.97)$ 으로 2 digit pair인 경우에만 유의미한 차이를 보였다. 즉, 2의 포함여부가 1 digit pair 검사에는 영향을 주지 않지만 2 digit pair 검사에서는 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 김유경 외(2008)의 연구에서 1-10까지의 숫자 중 10을 제외하고 나머지 9개의 숫자를 이용하여 검사 목록을 구성하여 1과 2 digit pair의 수행력을 검사하였는데 1 digit pair의 수행력은 우측 귀가 91.58%, 좌측 귀가 91.56%로 나타났고, 2 digit pair의 수행능력은 우측 귀가 76.96%, 좌측 귀가 78.58%로 본 연구의 결과보다 낮은 수행능력을 나타내었다. 이런 수행력의 차이가 2의 포함여부와 관련될 수 있음을 뒷받침해 준다고 할 수 있다.

전아름·장현숙(2009)은 2를 제외한 이분숫자칭취검사를 사용하여, digit 수, 주의집중 반응모드, 연령에 따른 수행력을 평가하였다. 성인을 대상으로 digit 수에

따른 수행력에서 1과 2 digit pair는 수행력 차이가 없이 94.5% 이상의 능력을 보였으나, 3과 4 digit pair는 72.75%와 57%로 1 digit pair에서 4 digit pair로 증가할수록 수행력이 감소하였다. 1과 2 digit pair는 자극의 난이도가 성인에게 너무 쉬워 대상자의 반응에 대한 정보 제공에 한계를 가질 수 있음을 보고하였다. 3과 4 digit pair도 낮은 수행력으로 임상적 적용에는 제한적일 수 있다고 하였으나 3 digit pair는 REA를 보이므로 임상적 적용 가능성도 시사하였는데, 이러한 결과는 기존의 연구 결과(Strouse & Wilson, 2000; Wilson & Jaffe, 1996)와 일치하였다. 또한 2 digit pair에서 주의집중 반응모드를 자유회상으로 응답하도록 하는 경우 7-12세에서 발달적인 양상과 REA를 나타내어 자유회상 반응모드의 유용성을 제한하였다.

그러므로 본 연구에서는 아동을 대상으로는 1-2 digit 검사를, 성인을 대상으로는 1-3 digit 검사를 자유회상 반응모드로 실시하여 연령별 기준을 얻고자 하였으며 그 결과, digit 수가 증가함에 따라 수행력에서 유의미한 감소를 나타내었다. 1 digit의 경우, 우측 귀는 모든 연령에서 95% 이상의 수행력을 보였으나, 좌측귀는 89.2-97.8%의 수행력을 나타내었으며, 양측 귀 모두 9세에 성인 수준에 도달하는 것으로 나타났다. 2 digit 검사의 경우, 우측 귀는 66.9-92.3%, 좌측 귀는 59.8-89.9%로, 양측 귀 모두 10세에 성인 수준에 도달하는 것으로 나타나 뇌의 성숙과 관련된 발달적인 특성을 반영하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 자극의 복잡성이 증가할수록 수행력이 감소하며, 이러한 수행력의 감소는 우측 귀보다 좌측 귀에서 더 크다는 연구 결과(Wilson & Jaffe, 1996)와 유사하다. 그러나 한국어 이분숫자청취검사의 2 digit 검사 수행력을 영어권의 결과(Weihsing & Atcherson, 2014)와 비교하였을 때, 아동의 경우는 전 연령에 걸쳐 더 낮은 평균점수와 큰 표준편차를 나타내었으며, 성인의 경우도 평균점수에서는 차이를 보이지 않았지만 표준편차에서는 차이를 보였다. 본 연구의 검사 문항에서 음성적 유사성으로 인한 오류를 비교적 많이 보인 pair를 포함하지 않았음에도 영어권의 결과와 차이를 보이는 것은 한국어 이분숫자청취검사가 영어권의 검사에 비하여 digit의 음절 구조적 유사성의 영향을 더 많이 받고 있는 것(김유경 외, 2008)에 더하여 digit의 길이 차이로 인한 영향 또한 배제하지 않을 수 없다. 즉, 영어의 숫자 길이가 한국어의 숫자 길이에 비하여 더 길어 처리시간을 더 제공하므로 차이를 인지하는데 유리할 수 있다(Musiek & Chermak, 2007).

모든 연령에서 REA가 1 digit 검사에서는 0.2-6.2, 2 digit은 1.5-7.1로 나타났다. 1 digit과 2 digit 모두 7세와 8세에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보였지만 9세 이후부터는 급격히 감소하는 경향을 보였다. 2 digit의 경우, 11세와 12세에서 성인보다 높은 REA를 보였으나 9세와 10세에서는 성인보다 낮거나 비슷한 REA를 보여 9세 이후에는 어떠한 발달적 특성을 보이지 않았다. Hugdahl et al.

(2009)은 이분청취 검사에서 REA를 결정하는 다른 변인 즉, 주의집중 등의 인지기능의 영향을 배제하기 쉽지 않다(Hugdahl et al. (2009)고 하였다.

본 연구 결과, 연령에 따라 수행력에 차이를 보이므로 연령 기준에 입각한 결과 해석이 요구된다고 할 수 있다. 그러므로 아동과 성인의 각 연령별 기준으로 일반적인 중추청각처리장애 검사의 적용 기준인  $-2$  SD 준거 기준을 적용(ASHA, 2005; AAA, 2010)해 볼 때, 성인의 경우도 3 digit의 수행력이 낮으므로 2 digit을 사용하는 것이 바람직할 것이며, 어린 연령 즉 7세와 8세에서는 2 digit 검사보다는 1 digit 검사가 더 임상적으로 의의가 있을 것으로 사료된다. 개발된 한국어 이분숫자청취검사는 검사-재검사 신뢰도가 매우 높고 타당도 있는 검사 도구로 아동과 성인을 대상으로 1-3 digit 검사의 기준이 마련되었으며, 본 연구의 결과가 관련 병변을 가지는 대상자나 실제 중추청각처리 문제를 보이는 대상에게 적용하는 향후 연구 결과에 따른 기준 조정에 기초자료로도 활용될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 김영태, 장혜성, 임선숙, 백현정 (1995). 그림어휘력검사. 서울: 서울장애인종합복지관.
- 김진숙, 임덕환, 홍하나, 신현옥, 이기도, 홍빛나, 이정학 (2008). 한국표준 일반용 단음절어 표 개발. *청능재활*, 4, 126-140.
- 김유경, 최양규, 박현, 석동일 (2008). 정상 성인의 이분숫자청취의 특징. *특수교육저널: 이론과 실천*, 9(2), 45-60.
- 석동일 (2004). 중추성 청각정보처리장애의 특성 고찰. *특수교육저널: 이론과 실천*, 5(2), 45-70.
- 전아름, 장현숙 (2009). 자극의 복잡성, 주의집중방식 및 연령에 따른 이분숫자청취 능력 비교. *특수교육저널: 이론과 실천*, 10(4), 337-395.
- American Academy of Audiology. (2010). American Academy of Audiology Clinical Practice Guidelines: Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. From [www.audiology.org/resources/documentlibrary/documents/capdguidelines](http://www.audiology.org/resources/documentlibrary/documents/capdguidelines).
- American Speech-Language-Hearing Association. (2005). (Central) Auditory Processing Disorders—The Role of the Audiologist [Position statement]. Available at [www.asha.org/members/deskref-journals/deskref/default](http://www.asha.org/members/deskref-journals/deskref/default).
- Bamiou, D.E., Musiek, F.E., & Luxon, L.M. (2001). Etiology and clinical presentations of auditory processing disorders—A review. *Archives of Disease in Childhood*, 85(5), 361-365.
- Bellis, T. (2003). *Assessment and management of central auditory processing*

- disorders in the educational setting: From science to practice(2nd ed)*, Clifton Park, NY: Delmar Learning.
- Emanuel, D. C., Ficca, F. N., & Korczak, P. (2011). Survey of the diagnosis and management of auditory processing disorder. *American Journal of Audiology*, 20, 48–60.
- Fisher, L. (1976). *Fisher's auditory problems checklist*. Bemidji, MN: Life Products.
- Lawfield, A., McFarland, D. J., & Cacace, A. T. (2011). Dichotic and Dichoptic Digit Perception in Normal Adults. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(6), 332–341.
- Musiek, F. E. (1983). Assessment of central auditory dysfunction: the dichotic digit test revisited. *Ear and Hearing*, 4, 79–83.
- Musiek, F. E. & Chermak, G. D. (2007). *Handbook of (central) auditory processing disorder. Volume I. Auditory neuroscience and diagnosis*, Washington, DC : Plural Publishing.
- Musiek, F. E., Chermak, G. D., Weihing, J., Zappulla, M., & Nagle, S. (2011). Diagnostic accuracy of established central auditory processing test batteries in patients with documented brain lesions. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22(6), 342–358.
- Musiek, F. E., Gollegly, K. M., Kibbe, K. S., & Verkest-Lenz S. B. (1991). Proposed screening test for central auditory disorders: Follow-up on the dichotic digits test. *The American Journal of Otology*, 12(2), 109–113.
- Hugdahl, K., Westerhausen, R., Alho, K., Medvedev, S., Laine, M., & Hamalainen, H. (2009). Attention and cognitive control: unfolding the dichotic listening story. *Scandinavian journal of psychology*, 50(1), 11–22.
- Schow, R. L., Chermak, G. D., Seikel, J. A., Brockett, J. E., & Whitaker, M. M. (2007). Multiple auditory processing assessment. St. Louis, MO: Auditec.
- Silman, S., Silverman, C. A., & Emmer, M. B. (2000). Central auditory processing disorders and reduced motivation. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11, 57–63.
- Strouse, A. L., & Hall, J. W.H. (1995). Test-retest reliability of a dichotic digits test for assessing central auditory function in Alzheimer's disease. *Audiology*, 34, 85–90.
- Strouse, A. & Wilson, R. H. (1999). Recognition of one-, two-, and three-pair dichotic digits under free and directed recall. *Journal of American Academy Audiology*, 10, 557–571.
- Strouse, A. C., & Wilson, R. H. (2000). The effect of filtering and interdigit interval on the recognition of dichotic digits. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 37, 599–606.
- Wilson, R. H., & Jaffe, M. S. (1996). Interactions of age, ear, and stimulus

complexity on dichotic digit recognition. *Journal of American Academy Audiology*, 7, 358–364.

Weihing, J., & Atcherson, S. R. (2014). Dichotic listening tests. In F. E. Musiek & G. D. Chermak (Eds.), *Handbook of central auditory processing disorder. Volume I. Auditory neuroscience and diagnosis* (pp. 369–404). Washington, DC : Plural Publishing.



## Development and Standardization of Korean Dichotic Digit test

**Jang, Hyunsook**

Hallym University

**Jeon, Areum**

Hallym University

**Yoo, Jessica Hyunny**

Hallym University

**Kim, Yukyoung**

Hallym University

### <Abstract>

Dichotic digit test is a high validity clinical test for providing information on the hemispheric and interhemispheric lesions and is widely used for screening and diagnosing central auditory processing disorders (CAPD). The purpose of this study was to develop Korean dichotic digit test and provide normative values for children and adults. Prior to the development of the test, errors were analyzed in 90 pairs of 1-digit and 180 pairs of 2-digit to rule out phonemic similarities of Korean numbers 1 through 10 in the manner of dichotic listening by testing 20 young adults with normal hearing. The final test developed in this study was composed of 1-3 digit lists with 20 items for each list, excluding the number 2 in which showed the most number of errors. To prepare for the age norms, the developed dichotic digit test was performed on 272 subjects from the age of 7-12 years old and 95 college students in 20s. 1 and 2 digit tests were applied to all age groups while 3 digit test examined only for the adult group. The results for 7 to 20 years showed that the performance significantly increased as age increased, and decreased as the number of digits increased. The response showed as 95.3-99.5% in right ear, 89.2-98.7% in left ear for 1 digit test and 66.9-92.3% in right ear, and

59.8–89.9% in left ear for 2 digit test. There were significant REAs for the age of 8–9 years in the 2 digit pair conditions and performance approached the adult level for the age of 12 years. The dichotic digit test showed significantly high test–retest reliability and validity, which in validity showed significant correlation with speech recognition test. The normative values of Korean dichotic digit test with 1–3 digits were presented and the results indicate that 2 digit test is the most appropriate for CAPD diagnosis.

**Key Words :** dichotic digit tests, central auditory processing, right ear advantage(REA)