

정상 성인의 이분숫자청취의 특징

김 유 경*

대구대학교

최 양 규

대구대학교 언어치료학과

박 현

대구대학교

석 동 일

대구대학교 언어치료학과

《요 약》

이 연구는 정상 성인의 양이통합(binaural integration)에 대한 특징을 이분숫자청취(dichotic listening)로 살펴보고자 하였다. 이를 위하여 19-30세 사이의 정상 성인 남자 46명, 여자 56명 총 100명을 선정하여 한 쌍 또는 두 쌍의 우리말 숫자 자극과 한쌍의 영어 자극을 제시한 후 이분숫자청취 특징을 살펴보았다. 이분숫자청취의 특징은 자극유형과 성별에 따른 각 반응귀의 숫자 지각 정답률의 차이와 단일이분숫자청취의 각 숫자 쌍의 오답빈도와 오답률로 비교분석하였다. 연구 결과, 자극유형에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 ($p < .05$), 자극유형 간 차이는 단일 숫자와 단일영어 숫자 간에는 차이가 없었으며 단일영어, 단일숫자와 이중 숫자 자극 간에서 차이가 있었다. 그리고 성별에 따라서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 각 숫자쌍에서는 5와 9, 1과 2, 3과 4에서 이분청취의 오류가 많은 것으로 나타났다. 결론적으로 이분청취는 성별에 영향을 받지 않으며, 단일자극으로 제시될 경우 음운적 특성에 영향을 받지 않는 것으로 해석할 수 있었다. 그러나 이중자극으로 제시될 경우 음향적, 음운적 특성에 영향을 받으며, 특히 우리말 숫자 자극의 유사성이 높은 몇몇 쌍이 이분청취를 어렵게 함을 알 수 있었다.

주제어 : 청각처리장애, 이분숫자청취, 양이통합

* 교신저자(freekyk@hanmail.net)

1. 서론

1. 연구의 필요성

지난 반세기 동안 ‘central auditory processing disorder’, ‘central auditory disorder’, ‘central auditory dysfunction’, ‘auditory perceptual problem’과 같은 여러 용어로 설명되어졌던 청각처리장애(auditory processing disorder; APD, 이하 APD)는 현재 국외에서 언어병리학은 물론 청각학, 의학 특수교육 분야에서 많은 관심을 받고 있다(Keith, 2000). APD는 입력된 청각정보의 지각적인 정보처리, 즉, 청각정보처리에 어려움이 있는 장애이다. 중추청각정보처리(central auditory processing)란 입력된 청각정보를 중추 청각신경계가 신경생물학적 활동으로 지각적인 정보처리를 하는 과정을 말한다. 따라서 APD는 중추청각신경계의 문제로 나타나는 장애이다.

APD가 대두된 초기에는 명백한 대뇌 중추청각신경계의 손상으로 인한 청지각적 문제가 보고되는 대상만을 APD로 정의하였다. 그러나 이러한 대상자들은 단순한 청각 변별이나 탐지 과제에서 항상 동일한 결함을 보여주지 않아 더욱 복잡한 중추청각검사들을 필요로 하였다. 뿐만 아니라 기질적인 손상이 있는 대상자와 기능적이 결함이 있는 대상자 간 중추청각검사 점수가 유사하여, 오랫동안 명백한 손상이 없는 대상자에게 중추청각검사를 실시하는 것이 정당하다고 여겨져 왔다(Cacace & McFarland, 2006). 1996년 ASHA의 정의에 따르면 APD는 다음 중추청각정보처리의 한 가지 또는 그 이상의 결함으로 정의한다. (1)음의 방향정위 및 편재화(sound localization and lateralization), (2)청각변별(auditory discrimination), (3)청각패턴인지(auditory pattern recognition), (4)청각의 시간적 측면(temporal aspects of audition), (5)경쟁음향자극에서의 청각 수행력 감소(auditory performance decrements with competing acoustic signal), (6)불명료한 음향자극에서의 청각수행력 감소(auditory performance decrements with degraded acoustic signals).

APD의 출현율은 성인이 10-20%이며 이들 중 70%가 60세 이상의 연령층에서 나타난다. 그리고 아동은 정확하게 밝혀지지 않았지만 약 2-3% 또는 7%로 보고되며 남녀의 비율은 2:1이다(Bamiou et al., 2001; Bellis, 2003; Flood et al., 2005; Meister et al., 2004). 이러한 높은 출현율로 인해 국외에서는 이미 APD에 대한 많은 연구나 문헌이 있음은 물론 APD의 의뢰, 진단, 평가 그리고 치료에 관련된 전문가들의 인식 수준 또한 매우 높다. 이에 반해 국내에서는 APD에 관한 인식은 물론 진단, 평가, 치료에 관한 연구가 전무한 상태이다. 이는 곧 국내에 APD 대상자가 존재하지 않는 것이 아니라 인식과 진단의 불가능으로 인해 관련장애로 흡수되어 있으며, 현재 APD 대상자들이 적절한 재활을 받지 못하고 있음을 뜻한다. 따라서 시급한 과제는 APD 진단도구의 개발로 이

들에 대한 인식을 확충하는 것이다. 그러나 청각정보처리에 대한 기초자료의 부족으로 진단도구의 개발이 지체되고 있다. 따라서 이 연구는 APD 진단도구의 개발을 위한 기초자료를 제공하는데 의의를 두고자 한다.

APD의 진단은 대부분 주관적 평가에 의존하고 있으며, 양이분리 검사(tests of binaural separation: BS), 양이통합 검사(test of binaural integration: BI), 편이분리/종결 검사(tests of monaural separation /closure: MSC), 청각패턴/시간적 순서화 검사(tests of auditory patterning/temporal ordering: APTO), 청각변별 검사(tests of auditory discrimination), 소리의 방향정위/편재화 검사(tests of sound localization /lateralization), 시간정보처리 검사(tests of temporal processing)로 가능하다(Bellis, 2006). 그러나 이상의 검사는 자극종류와 검사방법 등에 따라 수많은 하위검사들로 구성되어 있으며, 이러한 하위검사 중 이분청취 검사는 양이분리와 양이통합을 살펴보기 위한 검사로 많이 사용되고 있다. 양이분리는 동시에 양쪽 귀로 서로 다른 소리가 제시되었을 때 반대 쪽 귀에 제시되는 경쟁신호를 무시하고 한쪽 귀에 제시되는 신호에만 집중하는 능력이며, 양이통합은 동시에 양쪽 귀로 제시되는 서로 다른 소리를 모두 알아듣는 능력이다(Bellis, 2006). 즉, 두 청각정보처리를 평가하기 위해서는 양쪽 귀로 서로 다른 소리의 제시가 요구되기 때문에 이분청취 검사가 이용되는 것이다.

이러한 이분청취 검사는 양쪽 귀로 제시되는 서로 다른 소리를 듣게 하는 것으로 중추청각검사로 명명되기 이전부터 대뇌의 청각적 자극에 대한 정보처리를 이해하기 위해 많이 사용되어왔다. Kimura의 이론에 따르면 양쪽 귀로 제시된 서로 다른 자극의 처리는 자극이 제시된 귀의 반대 측 청각경로로 많은 양의 정보가 처리된다. 즉, 동측 청각경로보다 대측 청각경로가 강하고 많은 연결통로들을 가지고 있다. 그로인해 이분 청각자극의 정보처리를 위해서는 대측 경로를 강하게 하며 동측 경로를 억제하는 신경생리학적 변화가 나타난다. 특히 이분청취는 전반적인 청각정보처리의 경로 중 뇌량과 대뇌 반구의 병리를 살펴보는 데 유용하다. 일반적으로 인간의 언어중추는 좌뇌이므로 오른쪽 귀의 정보는 우반구나 뇌량에 의지하지 않고 바로 처리되거나 왼쪽 귀의 정보는 우반구에서 뇌량을 가로질러 좌반구로 전달된다. 따라서 우반구 또는 뇌량의 손상은 왼쪽 귀의 메시지 처리에 영향을 줄 수 있다(Bellis, 2003). 이러한 가정에 의해 이분청취를 통해 양이분리 및 양이통합 능력을 살펴볼 수 있다고 하였다.

중추청각검사로 제안되는 이분청취 검사에는 이분숫자청취 검사(dichotic digits test), 이분자모음 검사(dichotic CV test), 이분문장 확인 검사(dichotic sentence identification), 경쟁문장검사(competing sentence test), 대측 경쟁메시지가 있는 종합문장 확인 검사(synthetic sentence identification with contralateral competing message) 등이 있다. 이러한 이분청취 검사 중 APD 진단과 선별에 광범위하게 사용되는 검사가 숫자 자극을 이용한 이분숫자청취 검사이다. 이 검사는 1954년 Broadbent에 의해 소개된 이래, 현재는 Kimura, Bryden 그리고 Musiek 등(1985: Richard, 2001에서 재인용)에

의해 중추청각검사로 효과적으로 사용되고 있다. 또한 여러 연구자들에 의해 숫자자극의 제시방법에서 차이를 둔 다양한 검사들로 개발되어 있다(Richard, 2001; Bellis, 2003).

중추청각검사로 사용되는 전형적인 이분숫자청취 검사는 양쪽 귀에 1부터 9까지의 서로 다른 숫자가 동시에 1개 또는 연속하여 2개씩 제시되며, 피검자에게 양쪽 귀로 제시되는 모든 숫자를 듣게 하는 양이통합 검사로 이용된다(Bellis, 2003). 그러나 이분청취에서 자극의 난이도가 증가될수록 귀의 우세 정도는 차이가 난다(Speaks et al., 1985). 따라서 이분숫자청취 검사의 개발에 앞서 우선적으로 자극 음의 음향적, 음운적 차이로 인해 나타나는 이분청취의 특징들을 파악해야 할 것이다. 영어 숫자자극은 우리말 숫자자극과 길이, 강도, 억양, 음절수와 같은 음향적, 음운적 특성에서 차이가 있으며, 각 숫자의 음향적 유사성 또한 우리말과 다르다. 이러한 차이는 우리말로 제시되는 이분숫자청취에 어떠한 영향을 미칠 수 있을 것이다. 따라서 이 연구에서는 제시되는 자극의 차이로 인해 나타나는 이분청취의 특징을 살펴보기 위해 우리말과 영어에 따른 차이, 제시되는 숫자 쌍에 따른 차이를 살펴보고자 하였다. 그리고 양쪽으로 제시되는 자극 쌍의 유사성에 의해 양이통합이 어려울 것이라는 가정 하에 각 자극 쌍별 이분청취의 특징을 살펴보고자 하였다. 또한 중추청각신경계의 발달이 완성된 성인의 경우에 성별에 따른 이분청취의 결과에 차이가 없다고 보고되지만(Bellis, 2003), 제시 자극의 차이로 인해 이러한 요인은 다른 양상을 보이는가를 확인해 볼 필요가 있다. 따라서 이 연구의 구체적인 문제는 다음과 같다.

첫째, 단일숫자자극, 이중숫자자극, 단일영어숫자 자극유형과 성별에 따른 정상 성인의 이분청취 특징은 어떠한가?

둘째, 단일이분숫자청취에서 양쪽으로 제시되는 숫자 쌍에 따른 이분청취의 특징은 어떠한가?

II. 연구방법

1. 연구대상

이 연구의 대상은 경상북도 및 전라남도 지역에 거주하는 만 19세 이상 30세 미만의 남자 성인 46명, 여자 성인 54명으로 총 100명으로 하였다. 연구대상을 성인으로 한 이유는 청각전도로의 성숙과 노화를 고려한 것이다. 모든 연구 대상은 선별청력 검사 결과 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz에서 20dB HL의 소리를 지각할 수 있으며, 오른손잡이이며, 숫자 영어를 듣고 인지할 수 있으며, 현재 어떠한 약물도 복용하지 않으며, 인지

적, 신체적, 신경생리학적 문제를 보고하지 않고, 이전에 이분청취 검사를 받은 역사가 없는 사람을 대상으로 하였다. 남자 성인의 평균 연령은 22세(범위 19~27세)이며 여자 성인의 평균 연령은 21세(범위 19~29세)였다.

2. 검사도구

1) 이분숫자청취 검사 개발

(1) 숫자 자극의 제작

검사에 제시 될 숫자자극은 20대 중반의 남성 화자에게 1부터 9까지의 숫자를 “일, 이, 삼” 등으로 천천히 음도와 강도를 가능한 동일하게 연속하여 발화할 것을 요청한 다음 SoundForge 8.0으로 방음실에서 녹음하였다. 녹음 시 마이크는 BA-HA Sound BM-203을 사용하였으며, sampling rate는 22,050Hz으로 하였다. 그리고 각 숫자는 30회 씩 녹음하여 두 명의 연구자가 음도, 강도, 길이가 가장 유사한 자극을 개별로 선택하였다. 모든 자극은 SoundForge 8.0과 Praat으로 강도를 RMS to -10dB(31.62%)로 정규화(normalize)하여 평균 75dB SPL로 조정하였다. 그리고 자극의 길이 또한 약 500ms로 조정하였다. 이중 숫자자극은 숫자자극 간 간격을 500ms로 조정하여 1부터 9까지의 숫자가 골고루 연결되도록 총 72개의 자극 쌍을 제작하여 실험자극으로 사용하였다. 자극 간 간격은 Carter와 Wilson(2000)의 연구 결과 500ms가 임상적으로 적당하다고 보고되었기 때문이다. 영어 숫자 자극은 현재 AUDiTECTM에서 판매되고 있는 ACAP Battery 검사 중 Single Pairs Dichotic Digit 검사 자극 음을 그대로 편집하여 사용하였다. 단, 이 검사에서 숫자 자극 7이 사용되어 있지 않아 이 연구에서도 동일하게 사용하지 않았다.

(2) 이분숫자청취 검사 내용 및 항목 제작

이 연구에서 실시한 이분숫자청취 검사는 단일이분숫자청취, 이중이분숫자청취, 영어이분숫자청취 검사들로 구성하였다.

① 단일이분숫자청취 검사

단일이분숫자청취 검사는 피검자의 양쪽 귀에 서로 다른 우리말 숫자 자극을 제시하여 평가하며, 자극 쌍의 종류는 1부터 9까지의 숫자가 양쪽 귀에 골고루 제시될 수 있도록 총 72개로 구성하였다. 그리고 각 자극 쌍은 3세션 검사하여, 총 검사 항목은 72×3로 216개의 항목으로 구성하였다. 검사 시 모든 항목은 자극은 본 연구자가 수정 보완한 Alvin 프로그램을 사용하여 무작위로 제시하였으며 단일이분숫자청취 연습 문항은 20항목으로 하였다.

② 이중이분숫자청취 검사

이중이분숫자청취 검사는 피검자의 양쪽 귀에 서로 다른 우리말 숫자 자극 쌍을 500ms 간격으로 연달아 두 번 제시하여 평가하는 것으로 한 시행마다 총 4개의 서로 다른 숫자로 구성하였다. 총 제시 항목과 자극 쌍의 수는 단일이분숫자청취 검사의 자극 쌍 종류와 동일하게 72개 항목으로 구성하였다. 단, 각 귀와 각 순서별로 제시 숫자 자극을 조정하여 개개 숫자는 동일한 귀의 동일한 순서에 9번만 제시되도록 구성하였다. 즉, 개개 숫자는 모든 항목에서 총 36번씩 제시된다. 검사 시 모든 항목은 자극은 Alvin 프로그램을 사용하여 무작위로 제시하였으며 이중이분숫자청취 연습 문항은 20항목으로 하였다.

③ 영어이분숫자청취 검사

영어이분숫자청취 검사는 피검자의 양쪽 귀에 서로 다른 영어 숫자 자극(one, two 등)을 제시하여 평가하며, 자극 쌍의 종류는 단일이분숫자청취 검사와 동일하게 하였으며 각 자극 쌍은 2회 검사하여, 총 검사 항목은 2×72 로 144개의 항목으로 구성하였다. 검사 시 모든 항목은 자극은 Alvin 프로그램을 사용하여 무작위로 제시하였으며 영어이분숫자청취 연습 문항은 20항목으로 하였다.

(3) 이분숫자청취 검사 프로그램 개발

이분숫자청취 검사는 Alvin 프로그램(<http://homepages.wmich.edu/~hillenbr/>)을 수정 보완하여 사용하였다. 프로그램은 피검자가 헤드폰으로 제시된 숫자 자극에 대해 화면에 제시되어 있는 버튼을 마우스로 누르고 시각적으로 피드백 할 수 있도록 제작하였으며, 반드시 자극에 어떠한 반응을 해야만 다음 시행으로 넘어갈 수 있도록 해두었다. 화면구성은 피검자가 이해하기 쉽도록 사람의 얼굴 형상으로 추상화하였으며 피검자 귀를 기준으로 오른쪽과 왼쪽을 표기하였다. 단일이분숫자청취와 영어숫자이분청취 검사는 피검자의 귀 방향으로 세로로 1부터 9까지의 숫자가 배열되어 있으며, 피검자가 각 귀로 들은 숫자를 마우스로 클릭하면 클릭한 숫자가 왼쪽 귀 또는 오른쪽 귀 버튼에 표시되어 확인할 수 있도록 하였다. 이중숫자이분청취 검사 또한 세로로 숫자가 배열되어 있으며 글 읽기 방향을 고려하여 각 귀에서 들은 숫자를 왼쪽에서 오른쪽으로 시간차에 따라 표시되도록 해 두었다. 그리고 검사 속도를 향상시키기 위해 다음 시행은 키보드 자판(space bar)으로 반응할 수 있도록 해 두었으며, 실시한 검사 결과는 자동으로 저장하여 결과가 출력되도록 프로그램 하였다. 모든 이분숫자자극은 프로그램을 통해 mono 자극에서 자동으로 stereo로 생성되며, 피검자의 시작 반응(space bar 누르기) 후 500ms 지연되게 제시된다. 또한 모든 검사 시 제시되는 항목의 순서는 무작위로 해두었다.

2) 이분숫자 청취 검사의 실시 절차 및 방법

이분숫자청취 검사는 소음이 30 dBA 이하인 방음실에서 노트북과 데스크탑 컴퓨터를 이용하여 개인별로 실시하였으며, 검사 실시 전, 모든 피검자는 선별 청력검사를 받았다. 선별 청력검사를 통과한 피험자는 이분숫자청취 검사 실시 전 녹음된 지시문을 듣고 검사 방법을 숙지하였다. 그리고 각 검사 실시 전에 검사에 포함되어 있는 우리말 숫자 자극 또는 영어 자극을 좌우 귀에 번갈아 가며 1회씩 제시해 주었다. 검사는 단일 이분숫자청취, 이중이분숫자청취, 영어이분숫자청취 검사 순으로 실시되는데, 본 검사를 실시하기 전에 각 검사에 20개 문항으로 구성되어있는 연습 검사를 반드시 실시하도록 하였다. 그리고 연습 검사 시 각 대상자별로 자극 음을 듣기 편안한 강도로 출력을 조정하였다. 검사자는 피검자에게 “각 귀로 제시되는 서로 다른 소리를 오른쪽 귀와 왼쪽 귀로 구별하여 화면에 있는 버튼을 클릭하세요.”라고 지시하였으며, 클릭 후에는 피검자가 space bar를 눌러 다음 시행을 시작하도록 하였다. 그리고 자극은 한번만 제시되며 듣지 못하였을 경우에는 추측하여 반응하도록 하였다.

3) 자료 분석 및 결과처리

자극유형과 성별에 따른 정상 성인의 이분청취 특징을 살펴보기 위해 이분숫자청취 검사 결과를 각 과제별 편측 귀의 정답률(왼쪽 귀로 제시된 숫자에 대해 바르게 답한 비율, 오른쪽 귀로 제시된 숫자에 대해 바르게 답한 비율)과 양측 귀의 정답률을 산출하였다. 단, 실험 과정에서 피검자의 조작 오류(개인 번호의 입력 오류, 저장 방법의 오류)와 프로그램의 오류로 인해 분실된 남자의 이중숫자 자료 1개와 영어숫자 자료 5개, 여자의 이중숫자 자료 2개와 영어숫자 자료 14는 제외하고 처리하였다. 특히, 영어숫자 자료는 한 실험장소의 컴퓨터 오류로 인해 이분청취 자료가 소실되어 다른 자극유형에 비해 적었다. 성별과 자극유형에 따른 정상 성인의 이분청취 특징을 살펴 보기위해 성별과 자극유형을 독립변수로 하고 각 귀와 양 귀의 정답률을 종속변수로 하여 이원분산분석을 실시하였다. 사후검정은 Scheffe로 하였으며, 모든 통계처리는 SPSS 12.0 통계패키지를 사용하였다.

단일이분숫자청취에서 양쪽으로 제시되는 숫자 쌍에 따른 이분청취의 특징을 살펴 보기 위해 양쪽으로 제시하는 숫자 쌍별로 모든 피검자(소실된 자료를 제외한 남자 46명의 자료와 여자 54명의 자료)의 양측반응을 정오로 분석한 뒤, 각 숫자 쌍별로 전체 피검자에게 제시한 숫자 쌍 중 오답을 보인 자극 쌍의 빈도와 비율을 살펴보았다.

Ⅲ. 연구결과

1. 자극유형과 성별에 따른 이분청취 특징 비교

자극유형과 성별에 따른 이분청취 특징을 알아보기 위해 자극유형과 성별에 따른 좌측 귀 정답률, 우측 귀 정답률, 양측 귀 정답률을 살펴본 결과, 자극유형과 집단별 각 정답률의 평균과 표준편차는 <표 1>과 같다. 그리고 자극유형과 성별에 따른 통계적 차이를 알아보기 위해 이원분산분석을 실시한 결과는 <표 2>와 같다.

<표 1> 자극유형과 성별에 따른 반응귀별 정답률 평균과 표준편차 (단위 : %)

반응 귀	성별	단일숫자	이중숫자	단일영어숫자	전체
좌측 귀 정답률	남	91.85(9.42) ^{a)}	78.58(17.83)	94.49(7.13)	88.14(14.20)
	여	91.31(5.4)	75.5(17.41)	93.75(5.13)	86.35(13.81)
	전체	91.56(7.48)	76.93(17.58)	94.12(6.20)	87.20(14.00)
우측 귀 정답률	남	91.98(7.84)	78.4(16.4)	94.59(5.55)	88.16(13.10)
	여	91.24(5.36)	75.71(15.87)	92.70(4.50)	86.11(12.85)
	전체	91.58(6.59)	76.96(16.09)	93.65(5.12)	87.08(12.99)
양측 귀 정답률	남	88.96(11.34)	71.13(20.18)	92.22(7.85)	83.89(16.93)
	여	87.96(6.2)	67.33(19.48)	90.55(5.88)	81.32(16.35)
	전체	88.42(8.92)	69.09(19.79)	91.40(6.96)	82.54(16.64)

a) (): 표준편차

<표 2> 반응귀별 자극유형과 성별의 이원분산분석 결과

	분산원	자유도	F
좌측 귀 정답률	성별	1	1.03
	자극유형	2	56.31*
	성별×자극유형	2	.34
우측 귀 정답률	성별	1	1.89
	자극유형	2	66.80*
	성별×자극유형	2	.21
양측 귀 정답률	성별	1	74.79*
	자극유형	2	1.77
	성별×자극유형	2	.29

* $p < .05$

<표 1>과 같이 자극유형에 따른 좌측 귀 정답률, 우측 귀 정답률, 양측 귀 정답률 모두에서 단일영어숫자, 단일숫자, 이중숫자 자극 순으로 높게 나타났다. 단일영어숫자, 단일숫자 자극에 대한 정답률은 모두 90% 이상으로 좌측 귀, 우측 귀, 양측귀가 유사하게 나타났다. 그러나 이중숫자 자극의 경우, 한쪽 귀의 정답률은 약 78%, 양측 귀에 정답률은 71%로 나타나 다소 차이가 있었다. 그리고 성별에 따른 정답률은 반응 귀에 관계없이 남자와 여자는 유사하게 나타났다. 그러나 단일숫자와 단일영어 자극에 비해 이중숫자 자극에서 남자가 여자에 비해 조금 높은 정답률을 보였다.

자극유형과 성별 간 통계적 차이를 살펴보기 위해 이원분산분석을 실시한 결과 <표 2>와 같이 좌측 귀 정답률, 우측 귀 정답률, 양측 귀 정답률 모두에서 성별과 자극 유형 간 상호작용은 통계적으로 유의하지 않았으며, 자극유형은 $p<.05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 그러나 성별에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 자극 유형 간 차이를 살펴보기 위해 Scheffe 사후검정을 실시한 결과, <표 3>과 같이 모든 정답률에서 단일숫자와 단일영어숫자 자극은 이중숫자 자극과 $p<.05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 단일숫자와 단일영어숫자 자극 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

<표 3> 정답률별 자극유형의 Scheffe 사후검정의 평균차 결과

		단일숫자	이중숫자	단일영어숫자
좌측귀 정답률	단일숫자	-		
	이중숫자	14.63*	-	
	단일영어숫자	2.56	17.20*	-
우측귀 정답률	단일숫자	-		
	이중숫자	14.62*	-	
	단일영어숫자	2.07	16.70*	-
양측귀 정답률	단일숫자	-		
	이중숫자	19.33*	-	
	단일영어숫자	2.98	22.30*	-

* $p<.05$

2. 제시 숫자 쌍에 따른 이분청취 특징 비교

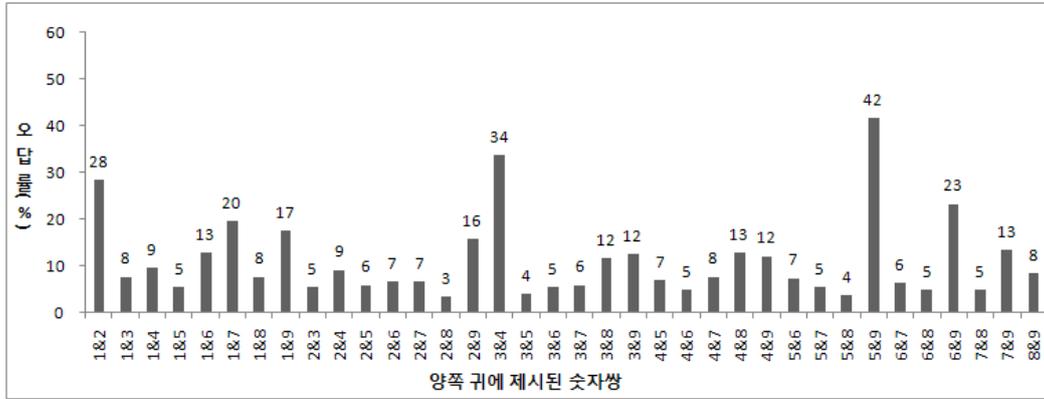
단일이분숫자청취에서 양쪽 귀에 제시되는 숫자 쌍에 따른 이분청취 특징을 알아보기 위해 성별로 각 숫자 쌍의 오답 빈도와 오답률 살펴본 결과 <표 4>, <표 5>와 같으며, 각 숫자 쌍에 대한 오답률을 그래프로 살펴보면 <그림 1>, <그림 2>와 같다.

성별에 따른 가장 많은 오답률을 보인 5개의 숫자 쌍을 살펴보면, 남자는 <표 4>와 <그림 1>과 같이 5와 9(42%), 3과 4(34%), 1과 2(28%), 6과 9(23%), 1과 7(20%) 숫

자 쌍 순으로 높은 오답 빈도와 오답률을 보였다. 그리고 여자는 <표 5>와 <그림 2>와 같이 5와 9(52%), 3과 4(48%), 1과 2(45%), 6과 9(27%), 1과 9(19%) 숫자 쌍 순으로 높은 오답 빈도와 오답률을 보여, 두 집단은 동일한 4가지의 숫자 쌍 순으로 어려움을 나타냈다. 그리고 성별에 따른 오답률의 차이를 살펴보면 남자에 비해 여자가 다소 높게 나타났다.

<표 4> 남자의 숫자 쌍에 따른 오답빈도와 오답률

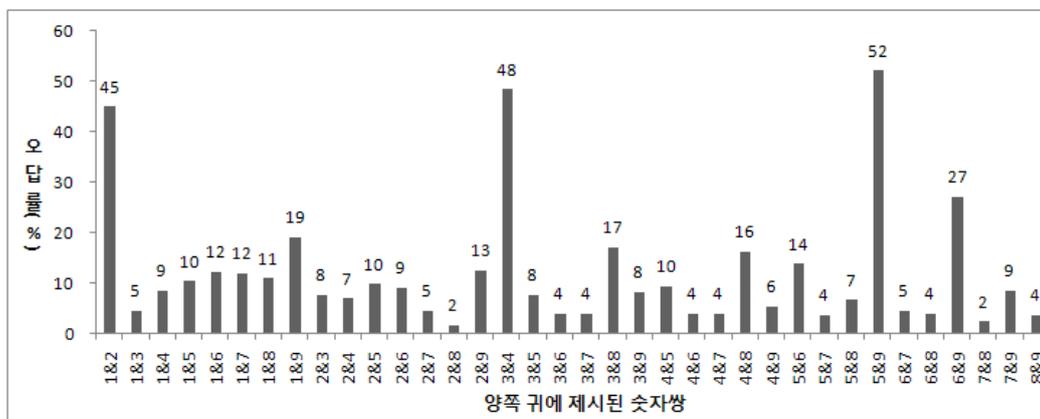
No.	양쪽 귀로 제시된 두 자극	오답 빈도	오답률	No.	양쪽 귀로 제시된 두 자극	오답 빈도	오답률
1	1&2	78	28	18	3&6	15	5
2	1&3	21	8	19	3&7	16	6
3	1&4	26	9	20	3&8	32	12
4	1&5	15	5	21	3&9	34	12
5	1&6	35	13	22	4&5	19	7
6	1&7	54	20	23	4&6	13	5
7	1&8	21	8	24	4&7	21	8
8	1&9	48	17	25	4&8	35	13
9	2&3	15	5	26	4&9	33	12
10	2&4	25	9	27	5&6	20	7
11	2&5	16	6	28	5&7	15	5
12	2&6	18	7	29	5&8	10	4
13	2&7	18	7	30	5&9	115	42
14	2&8	9	3	31	6&7	17	6
15	2&9	43	16	32	6&8	13	5
16	3&4	93	34	33	6&9	64	23
17	3&5	11	4	34	7&8	13	5



<그림 1> 남자의 각 숫자 쌍에 따른 오답률

<표 5> 여자의 숫자 쌍에 따른 오답빈도와 오답률

No.	양쪽 귀로 제시된 두 자극	오답 빈도	오답률	No.	양쪽 귀로 제시된 두 자극	오답 빈도	오답률
1	1&2	146	45	19	3&7	13	4
2	1&3	15	5	20	3&8	56	17
3	1&4	28	9	21	3&9	27	8
4	1&5	34	10	22	4&5	31	10
5	1&6	40	12	23	4&6	13	4
6	1&7	39	12	24	4&7	13	4
7	1&8	36	11	25	4&8	53	16
8	1&9	62	19	26	4&9	18	6
9	2&3	25	8	27	5&6	45	14
10	2&4	23	7	28	5&7	12	4
11	2&5	32	10	29	5&8	22	7
12	2&6	30	9	30	5&9	169	52
13	2&7	15	5	31	6&7	15	5
14	2&8	6	2	32	6&8	13	4
15	2&9	41	13	33	6&9	88	27
16	3&4	157	48	34	7&8	8	2
17	3&5	25	8	35	7&9	28	9
18	3&6	13	4	36	8&9	12	4



<그림 2> 여자의 각 숫자 쌍에 따른 오답률

IV. 논의 및 결론

이 연구는 정상 성인의 이분숫자청취 특징을 살펴보기 위해 자극유형과 성별에 따른 좌측 귀, 우측 귀, 양측 귀에 있어서의 정답률을 비교분석해보고, 각 귀에 제시된 숫자 쌍에 따른 오답 빈도와 오답률을 비교하였다.

자극유형에 따른 반응 귀의 정답률 분석결과, 좌측 귀, 우측 귀, 양측 귀 정답률 모두에서 단일숫자와 단일영어숫자는 유사한 정답률을 보였으나 이중숫자는 이들 자극에 비해 유의하게 낮은 정답률을 보였다. 이는 제시되는 단일자극이 음향적이거나 음운적인 차이가 있더라도 쉽게 동일한 숫자로 지각되면 이분청취에 미치는 영향력이 적어 어려움이 없으나 제시되는 청각적 자극이 길어짐으로써 처리해야할 음향적 정보가 많아지면 이분청취가 보다 어려워진다고 해석할 수 있다. 제시 자극 수에 따른 결과는 Wilson과 Jeffe(1996)의 자극의 수가 많아질수록 좌측과 우측의 정답률이 감소된다는 연구결과와 일치한다. 이들은 제시되는 숫자 쌍의 증가가 보다 많은 청각정보의 처리를 요구할 뿐 아니라 청각자극을 저장하기 위한 단기기억을 요구하기 때문에 이분청취를 보다 어렵게 한다고 주장하였다.

그러나 Bellis(2003)에 따르면 성인의 이중숫자자극에 대한 양이청취 정답률은 우측 귀와 좌측 귀 모두 90% 이상으로 본 연구의 결과인 약 78%와 차이가 있었다. 이러한 차이는 영어 숫자 자극과 우리말에 의한 숫자 자극의 음절 구조적 차이에 인한 것이라 할 수 있다. 실제 영어 숫자자극은 우리말 숫자에 비해 다양한 자모음으로 구성되어 있으며 보다 다양한 음절구조를 가지고 있다. 반면 우리말 숫자는 모두 동일한 음절수로 구성되어 있으며 음절 구조와 자·모음의 자극 구성 성분이 유사하다. 예를 들어, 일과

이, 일과 칠, 삼과 사 등은 동일 위치의 하나의 자음에만 차이가 존재하며 나머지 음절 구조가 모두 동일하므로 지각적으로 차이를 인지하기 어렵다. 이 연구의 단일숫자자극의 이분청취 정답률과 단일영어숫자자극의 이분청취 정답률은 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 모든 반응귀의 정답률에서 단일영어숫자자극이 오히려 우리말로 제시되는 숫자자극보다 높게 나타난 것 또한 동일한 이유로 해석할 수 있다. 결론적으로 단일숫자 자극에 대한 이분청취는 음운적 특성에 영향을 덜 받지만, 이중숫자 자극은 우리말 자극으로 제시하였을 때 어떠한 요인에 의해 영향을 받는다고 할 수 있다. 특히 이중숫자 자극은 단일숫자 자극 보다 양이통합 문제를 살펴보기 위해 보편적으로 사용되기 때문에 청각정보처리의 문제를 확인하는데 자극의 문제가 반영되면 검사도구의 타당성이 저하되므로 이러한 영향을 미치는 요인들을 고려해야 한다. 따라서 이 연구를 통해 이중숫자 자극이 우리말의 음운적 특징 및 유사성에 의해 영향을 받을 수 있는 것으로 추측되므로 검사도구 개발 시 이러한 요인들이 고려되어야 할 것이라 사료된다.

한편 좌측 귀, 우측 귀, 양측 귀의 정답률 모두에서 성별에 의한 통계적 차이는 발견되지 않았다. 이러한 결과는 Mckeever 등(1984: Sachs, 1987에서 재인용)의 청시각적 연구에서 청각적인 자극에 대한 이분청취에 성별에 따른 차이가 없었다는 연구 결과와 일치한다. 그러나 Bellis와 Wilber(2001)는 뇌량의 기능이 성인기부터 지속적으로 노화되기 시작하여 40-66세 사이 급격히 그 기능이 감소하며, 성별에 따라 그 능력의 감퇴 속도에 차이가 있다고 하였다. 따라서 40세 이상 성인의 경우에는 성별에 따른 이분청취 차이가 고려되어야 할 것이다.

단일이분숫자청취에서 제시 숫자 쌍에 따른 오답 빈도와 오답률을 분석한 결과, 남녀 모두 5와 9, 3과 4, 1과 2 순으로 양이청취에 어려움을 보였다. 이러한 결과는 Bellis(2003)가 자극이 유사할수록 이분청취가 어렵다는 한 보고와 일치한다. 대상자들이 두드러지게 많은 오류를 보인 3개의 숫자 쌍에 대한 우리말 숫자의 음향적 특징을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 5와 9의 경우는 구성된 모음에 있어서 5는 후설 중모음 /o/를 9는 후설 고모음 /u/를 가진다. 이 두 모음은 저주파수대의 에너지가 강하며 F2, F3가 유사하다. 그리고 /o/가 /u/에 비해 강도가 크며 '9'의 경우 선행하는 자음 /k/에 영향을 받고 있다. Perkell 등(1995: Ferrand, 2001에서 재인용)에 따르면 자질들은 맥락과 초분절적인 측면에 따라 조음 공간과 음향 공간에서의 영역크기와 위치 면에서 수정될 수 있다고 보면서 /u/가 /k/와 연쇄되어 있다면 포먼트 값의 표적영역은 보다 중성적인 모음의 포먼트 값 쪽으로 감소하고 /k/를 위한 접촉 힘이 적을 수 있다고 하였다. 이러한 맥락에서 /u/가 중성화되어 /o/와 유사하게 들리며 /k/는 에너지가 더욱 작아져 반대쪽에서 들리는 큰 에너지 /o/에 의해 방해받았을 가능성이 있다. 둘째, 3과 4, 1과 2는 중성 위치의 공명음 하나에서만 차이이며 나머지 모두 동일한 자모음으로 구성되어 있다. 특히 공명음인 비음과 유음은 모음의 에너지가 유지되는 반 포먼트 주파수를 가지기 때문에 지각적으로 모음과 유사할 것으로 추측할 수 있다. 이러한 자극의 유사성은 양이

통합의 문제보다는 자극의 유사성으로 인한 혼동의 문제가 결과에 반영되도록 할 수 있다. 따라서 이분숫자청취 검사의 자극 제시 쌍의 항목을 선정할 때 이러한 양쪽 귀로 제시되는 숫자 자극의 유사성이 고려되어야 할 필요가 있겠다. 특히 이중이분숫자청취 검사의 정답률에서 우리나라 청자와 영어를 사용하는 청자 간의 차이는 이러한 요인들로 해명될 수 있을 것으로 여겨진다.

이처럼 정상 성인 이분숫자청취는 두 개 이상의 숫자 쌍이 연속적으로 제시될 경우 음향적 특성에 영향을 받으며, 우리말 숫자에 있어서는 유사한 음향 특성을 가진 몇 가지 숫자 쌍들의 이분청취가 특히 어려운 것으로 나타났다. 따라서 중추청각검사로서 이분숫자청취 검사를 개발하기 위해서는 이상의 사항들이 고려되어야 할 것이다.

이 연구는 중추청각검사로서 이분청취검사를 개발하기 위한 기초연구로 정상 성인만 대상으로 하여 이분청취의 특징을 살펴보았다. 그러나 이분청취는 중추신경계의 성숙이나 병리에 영향을 받으므로 신경계의 수초화가 완성되는 7세부터 청소년기까지의 연령별 이분청취 특징과 노화가 시작되는 40, 50, 60대 이상의 연령별 특징들 또한 밝혀져야 한다. 그리고 중추청각신경계의 병리로 인해 나타나는 이분청취의 특징을 살펴봄으로써 보다 명확히 이분청취의 기전을 살펴볼 수 있을 것이다. 또한 이분청취의 특징을 살펴보기 전에 타당한 중추청각검사로서의 이분청취검사의 개발이 우선적으로 요구된다. 따라서 이 연구와 더불어 우리말 숫자에 대한 말 지각 연구들을 이루어짐으로써 이를 기초로 조속히 이분숫자청취 검사가 개발되어야 할 필요가 있다. 그리고 이 연구에서는 한명의 화자로부터 수집된 말소리를 실험자극으로 사용하여 우리말 숫자를 대표할 수 있는 음향적 특징에 제한이 있었다. 특히, 이 연구에서 사용된 숫자자극을 산출한 화자는 ‘우’와 ‘오’ 같은 원순모음의 포먼트를 매우 유사하게 산출하는 특성을 보였다. 이러한 특징은 숫자의 음향적 유사성에 영향을 미칠 수 있으므로 여러 화자의 샘플 수집이나 음성합성을 통해 프로토 타입의 음성이 검사자극으로 제시된 후속연구가 필요할 것이다. 나아가 이 연구를 기초로 이분숫자청취 검사의 개발이 앞당겨져 조속히 APD 진단이 가능해지기를 기대한다. 이는 현재 진단의 불가능으로 존재가 확인되지 않는 APD 대상자들에 대한 전문가들의 인식을 확대시킬 수 있으며, APD 대상자들의 재활서비스를 앞당길 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김유경, 석동일 (2006). 청각정보처리장애의 선별 모형 개발. *언어치료연구*, 15(3), 37-58.
- American Speech-Language Hearing Association (1996). Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *American Journal of Audiology*, 5(2), 41-54.
- Bamiou D-E, Musiek, L. & Luxon, L. M. (2001). Audiology and clinical presentation of auditory

- processing disorders—a review. *Archives of Disease in Childhood*, 85, 361-365.
- Bellis, T. J. & Wilber, L. A. (2001). Effects of aging and gender on interhemispheric function. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 246-263.
- Bellis, T. J. (2003). *Assessment and Management of Central Auditory Processing Disorders in the Educational Setting: From Science to Practice—second edition*. Canada: Delmar Learning.
- Bellis, T. J. (2006). Audiologic behavioral assessment of APD. In T. K. Parthasarathy, (Eds). *An introduction to auditory processing disorders in children. chapter 4*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cacace, A. T. & McFarland, D. J. (2006). Delineating Auditory Processing disorder(APD) and Attention deficit hyperactivity disorder(ADHD): A conceptual, theoretical and practical framework. In T. K. Parthasarathy(Ed.). *An introduction to auditory processing disorders in children*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- 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.
- Ferrand, C. T. (2007). 언어입상을 위한 음성과학. (한지연, 최양규 역). (원전은 2001년에 출판).
- Flood, G. M., Dumas, H. M. & Haley, S. M. (2005). Central auditory processing and social functioning following brain injury in children, *Brain Injury*, November, 19(12), 1019-1026.
- Keith, R. (2000). *SCAN-C: A test for auditory processing disorders in children—revised*. San Antonio: Psychological Corporation.
- Meister, H., Wedel, H. & Walger, M. (2004). Psychometric evaluation of children with suspected auditory processing disorders(APDs) using a parent-answered survey. *International Journal of Audiology*, 43, 431-437.
- Pillai, J. J., Araque, J. M., Allison, J. D., Sethuraman, S., David D. W., Thiruvaiyaru, D., Ison, C. B., Balan, A., & Lavin, T. (2003). Functional MRI study of semantic and phonological language processing in bilingual subjects: preliminary findings. *NeuroImage*, 19, 565-576.
- Richard, G. J. (2001). *The source for processing disorders*. LinguiSystems, Inc. IL. USA.
- Sachs, J. (1987). Preschool boys' and girls' language use in pretend play. In Philips, S. U., Steele, S. & Tanz, C. (Eds). *Language, gender & sex in comparative perspective*. Cambridge University Press.
- Speaks, C., Nisum, N., & Van Tasell, D. (1985). Effects of stimulus material on the dichotic listening performance of patients with sensorineural hearing loss. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 16-25.
- Wilson, R. H. & Jeffe, M. S. (1996). Interactions of age, ear, and stimulus complexity on dichotic digit recognition. *Journal of American Audiology*, 7(5), 358-364.

The Character of Dichotic Digits Listening in Normal Adults

Kim Yu Kyung

Daegu University

Choi Yang gyu

Department of speech Pathology, Daegu University

Park Hyun

Daegu University

Suk Dong Il

Department of speech Pathology, Daegu University

<Abstract>

In this study, a dichotic digit test was applied in order to identify binaural integration. The subjects for this study included 46 male and 54 female aged between 19-30 years. We tested for dichotic listening skills of single-digit numbers, double-digit numbers, and English numbers. Then, we investigated that the accuracy of digits recognition with respect to gender, types of stimuli. Also, we investigated the error frequency and the error rate according to multi paired digit sets. This study shows that there was statistically significant difference of three different types of digit stimuli: single-digit numbers, double-digit numbers, and English numbers, while there was no significant difference in gender. And this study also shows the performance of 5-9 pair, 1-2 pair, 3-4 pair decreased significantly. This results prove that dichotic digit listening skills in adults are not influenced by gender and that dichotic digit listening skills in adults are influenced by the phonetic feature of mono digit stimuli.

Key words: APD(Auditory processing disorder), DDT(Dichotic digit test), Binaural integration

논문 접수: 2008. 2. 18 심사 시작: 2008. 5. 13 게재 확정: 2008. 6. 20