

## ROC 분석을 통한 빠른 청각 처리 능력의 언어장애 진단 변별력과 임상적 유용성 연구\*

김 주 희

오 경 자<sup>†</sup>

연세대학교 심리학과

본 연구는 빠른 청각 처리 능력(Rapid Auditory Processing)이 임상장면에서 언어장애 집단과 정상집단을 타당하게 구분해 줄 수 있는지 진단적 변별력과 임상적 유용성을 검증하기 위하여 수행되었다. 학령전기 정상 언어발달 아동 25명과 연령을 동수 대응시킨 단순언어장애(Specific Language Impairment)아동 25명, 총 50명을 대상으로, 빠른 청각 처리 능력 과제(시간순서 판단 과제 155ms, 75ms, 주파수 변조 탐지과제 2Hz)를 실시하였다. 또한, 언어평가(취학전 아동의 수용언어 및 표현언어 능력 평가) 및 비언어성 지능평가(한국판 레이븐 지능검사)가 이루어졌다. 이들 자료를 근거로 빠른 청각 처리 능력이 정상발달 집단과 언어장애 집단을 적절하게 예측, 변별해 주는지 검증하기 위하여 수신기 작동 특성(Receiver Operating Characteristic: ROC) 분석을 실시하고 이를 통해 빠른 청각 처리능력의 임상적 유용성을 확인하였다. ROC 분석 결과, 빠른 청각 처리 능력이 정상 언어발달 및 언어 장애를 구별해주는 진단 변별력이 유의한 것으로 판명되었다. 또한, 빠른 청각 처리 과제의 임상적 유용성이 모두 '정확한 수준'의 범위에 해당되는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 빠른 청각 처리 과제가 임상장면에서 실질적으로 언어장애의 진단 및 평가 도구로서 상당한 유용성을 가진다는 것을 지지해 주었다. 아울러, 본 연구의 임상적 시사점, 제한점, 추후 연구과제 등이 논의 되었다.

주요어 : 빠른 청각 처리 능력, 언어발달, 단순언어장애, ROC 분석, 임상적 유용성

\* 본 논문은 김주희의 박사학위 논문의 일부를 수정 보완한 것임.

† 교신저자(Corresponding Author) : 오경자 / 연세대학교 문과대학 심리학과 / (120-749) 서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 유역검 기념관 204호 / Tel : 02-2123-2441 / Fax : 02-365-4354 / E-mail : kjoh@yonsei.ac.kr

빠른 청각 처리(Rapid auditory processing) 능력은, 짧고 빠르게 변하는 일련의 자극들을 청각 시스템에서 부호화하여 정보처리하는 과정에 대한 개인의 고유한 능력을 말한다. 연구자들은 선행 연구들을 통해서, 이미 빠른 청각 처리 능력의 언어발달에 대한 유의한 설명력을 확인한 바 있다(Benasich & Tallal, 1996, Tallal, 1980, 1984, 2002; Tallal & Benasich, 2002; Tallal, Miller, & Fitch, 1993). 이들은, 언어장애가 말소리 처리 이전의 보다 근본적인 처리능력의 문제와 관련되었으며, 자극 처리를 담당하는 신경체계의 손상 때문에 발생한다고 주장하였다(Galaburda, Menard, & Rosen, 1994). 즉, 언어의 습달은 문화에 상관없는 보편적 현상이며, 생후 몇 주 안 된 어린 아동에게도 모국어의 소리 뿐 아니라 타국어의 소리를 구분할 수 있는 능력이 있다는 사실은, 언어의 습득이, 보다 기초적인 처리능력에서 비롯된 것임을 지지한다고 이야기하였다(Benasich & Tallal, 1988, 1996, 2002). 청각 처리의 관점에서, 대부분의 아동들이 이러한 근본적인 처리능력을 기반으로 언어의 다양한 측면을 쉽게 통합하여 언어를 습득함에도 불구하고, 이러한 기제에 결함이 있으면 언어습득에 어려움이 생긴다고 주장한다. 초기 연구는 단순언어장애(Specific Language Impairment: SLI) 아동과 정상 발달 아동간의 빠른 청각 처리 능력의 수행 차이를 비교하여, 두 집단의 간 유의한 차이를 확인하는 것이었다(Tallal & Piercy, 1973a, 1973b, 1974, 1975). Tallal과 Piercy(1973a)는 청각 자극의 자극간 간격(ISI)의 변화에 따라, 정상아동에 비해 단순언어장애 아동의 청각 변별 수행이 각각 유의하게 저하됨을 밝혀내었고, 후속 연구에서(1973b)는 ISI 외에도 자극제시시간을 조정하여, 단순언어장애 아동은

자극제시시간이 짧아지는 경우 청각 변별의 수행 능력이 정상아동에 비해 유의하게 저하됨을 확인하였다. 이같은 결과를 토대로 연구자들은 언어의 음소적 수준에 초점을 두게 되었으며, 단순언어장애 아동이 짧은시간에 변하는 포먼트<sup>1)</sup>의 변이 인식에 어려움이 있음을 확인하게 되었다(Tallal & Piercy 1974, 1975; Tallal, Stark, 1981; Tallal, Stark, & Mellits, 1985). 따라서, 이후의 빠른 청각 처리 능력에 대한 연구는 짧은 시간에 변화하는 언어적 청각 자극을 변별하는 방식으로 이루어졌으며, 보다 복잡한 언어자극의 지각과 청각적 빠른 변별 능력과의 관계(Tallal, Stark, Kallman, & Mellits, 1980b), 지각항상성 및 단어 변별 등의 실험으로 연결되어(Tallal, Stark, Kallman, & Mellits, 1980a), 단순언어장애 아동이 음소 뿐 아니라 음절을 처리하는데 있어서도 어려움을 가짐을 확인하였다. 이들이 초기과제에서 사용한 서로 다른 버튼음 과제의 변별 실험은 시간순서 판단과제의 토대가 되었다. 이후, 다소 변형된 개념으로서, 말소리를 구분하기 위해서는 빠르게 변하는 음향 신호의 역동적 변화를 탐지하는 능력이 필요하다는 입장이 대두되었다(Studdert-Kennedy & Mody, 1995). 이를 주장한 연구자들은, 진폭 변조나 주파수 변조의 방법을 이용하여, 청각 역치를 측정하는 방식을 사용하였다(McAnally & Setin, 1997; Menell, McAnally & Setin, 1999).

한편, 단순언어장애는 지능에 문제가 없으면서도 언어발달에서 현저한 발달 지연을 보이는 경우를 말한다. 단순언어장애는, 정신장

1) 짧은 시간에 주파수가 매우 빠르게 변하는 자음과 모음의 음향 단서, 모음의 경우에는 음향 단서가 고유하게 유지되는 반면 자음은 주파수가 짧은 시간에 매우 빠르게 변함.

애나, 청각 또는 다른 감각장애, 신경학적 질병, 예를 들어 간질이나 뇌성마비, 뇌병변, 비정상적인 구강구조, 자폐증 스펙트럼 장애, 학습에 대한 적절한 기회 부족 등과 무관하게 나타난다(Leonard, 1998). 아울러, 단순언어장애의 유병을 추정치는, 연구에 따라서 다소 차이는 있으나 대체로 5~10% 인 것으로 보고되었다(Law, Garrett, & Nye, 2004, Tomblin, Records, Buckwalter, Zhang, Smith, & O'Brien, 1997; Tomblin, Smith, & Zang, 1997). 단순언어장애는 1960년대에 처음에 실어증(dysphasia)으로 불리다가, 이후 20년 가량 발달실어증(developmental dysphasia)라고 불리웠으며, 현재 영미 문헌에서 가장 널리 사용되는 개념으로(Leonard, 1998), 언어발달의 역사적 흐름에서 난독증의 연구와 함께 언어발달 연구의 근간을 이루어 왔다(Heim & Benasich, 2005). 또한, 구체적인 진단 기준이 마련되어 있고, 언어발달 지연의 정도가 상대적으로 심하며, 임상장면에서 흔히 접할 수 있어, 언어장애의 주요 연구대상이 되어 왔다. 하지만, 실질적으로 임상장면의 진단 준거를 제공하는 DSM-IV에서는 현재, 단순언어장애라는 용어가 포함되지 않으며, 대신, 의사소통장애(Communication Disorders)의 하위진단으로 표현성 언어장애(Expressive Language Disorder)와 혼재 수용-표현성언어장애(Mixed Receptive-Expressive Language Disorder)를 두고 있다. 실제로, 단순언어장애와 의사소통장애는 결국 같은 장애이지만 표현이 상이하여 진단적 혼동의 가능성이 있으나, 진단적 기준에 대해서도 아직 명확한 결론이 없는 상태다<sup>2)</sup>. 단순언어장애의 진단을 내리기 위해서는 표준화된 언어검사를 사용하여 1표

준편차 이상의 저하(Tallal & Benasich, 2002)가 있어야 하며, 연구자에 따라 1.25표준편차를 제안하기도 하고(Leonard, 1998), 규준에 따라서는 현저한 저하(DSM-IV, 1994)라고 기술되기도 한다. 우리나라에서 주로 사용되는 표준화된 언어검사인, 취학전 아동의 수용언어 및 표현언어 발달 척도(Preschool Receptive-Expressive Language Scale: PRES)에서는 언어연령이 1년 이상 지연되어 있을 때, 단순언어장애로 진단한다(김영태, 성태제, 이윤경, 2003). 단순언어장애는 4세 이후에야 정확하게 진단 될 수 있다는 견해가 있지만(Rescorla, Robert, & Dahlsgaard, 1997), 아동의 언어발달과정에서 정상과 지연의 차이가 비교적 뚜렷해지는 3세 이후면 평가가 가능하다.

단순언어장애는 발달적으로 연속적인 특성을 가지는 것으로 알려져 있어, 취학 전에 시작된 단순언어장애는 종종 미세한 형태로 지속되며, 유년기 후기, 청소년기 그리고 몇몇 사례에서는 성인기까지도 지속된다는 것을 보여준다(Aram, Ekelman, & Nation, 1984; Beitchman, Wilson, Brownlie, Walters, & Lancee, 1996; Bishop & Edmundson, 1987a; Stark, Bernstein, Condino, Bender, Tallal, & Catts, 1984; Tomblin, Freese, & Records, 1992). 이들의 대규모 추적 연구결과에서, 학령전기에 단순언어장애로 진단받은 아동들은, 입학 후에도 언어 치료 또는 특수 교육 서비스를 받고 있었으며 문제가 시간이 흐름에 따라 좋아지긴 했지만 정상 아동에 비해 구어 검사 전반에 걸쳐 능력이 떨어지는 것으로 나타났다. 또한, 단순언어장애는 다른 임상적 장애와 공존하는 경우가 많은데, 단순언어장애의 진단을 받은 아동은 종종 운동 반응이 둔하거나 늦으며(Bishop, 1990; Bishop & Edmundson, 1987b), 야뇨증이나

2) 고찰된 문헌에 근거하여 본 논문에서는 단순언어장애라는 용어를 사용함.

주의력결핍 과잉행동장애, 그리고 사회적 위축, 불안 및 우울감 등과 같은 정서적 문제들을 보이는 것으로 알려져 있다(DSM-IV, 1994; Beitchman, Nair, Clegg, Ferguson, & Patel, 1986; Benasich, Curtiss, & Tallal, 1993). 특히, 최근의 연구에서는 언어발달의 문제가 인지발달의 문제 뿐 아니라 사회적 발달, 학업 발달에 있어서도 부정적인 영향을 끼치고 있음이 밝혀지고(Snowling, Bishop, Stothard, Chipchase, & Kaplan, 2006), 언어적 발달의 문제가 추후 정신과적인 문제의 발병과도 관련이 있는 것으로 논의되고 있어(Miniscalco, Nygren, Hagberg, Kadesjö, & Gillberg, 2006), 초기 언어 발달의 문제가 아동의 전반적 인지발달 및 정신건강에 끼치는 중요성이나 함의점은 매우 커지고 있는 시점이라 할 수 있겠다.

하지만, 현재의 임상적 진단 및 평가 체계에서는, 언어지연 및 단순언어장애에 대한 정확한 진단을 하기가 쉽지 않다. 그 이유는, 평가과정에서, 대부분 언어적 자극을 사용하여 상위 인지 기능을 평가하는 경우가 많아, 하위수준의 처리 과정에 문제가 있는 경우를 제대로 선별하기 어려운 한계가 있기 때문이다. 즉, 언어발달의 지연은, 빠른 청각 처리 능력의 결함, 환경 내 언어자극의 결핍, 전반적인 지적 발달의 저하 등 다양한 이유로 나타날 수 있는데, 기존의 언어성 지능검사나 언어발달검사 등을 이용하여, 단순히 현재의 언어발달 상태를 평가하는 것만으로는 이러한 다양한 원인을 변별하기 어렵다. 특히, 단순언어장애는 빠른 청각 처리과정의 결함으로 인한 언어발달 지연이 핵심이므로 단순언어장애 및 이외의 언어지연 등을 변별할 수 있는 도구가 필요하다. 현재, 언어발달 지연을 주소로 내원한 아동에게 실시할 수 있는 검사들 중, 지능

평가로는 곽금주, 박혜원, 김청택(2001)의 한국 웨슬러 아동용 지능검사(KEDI-WISC)와, 박혜원, 곽금주, 박광배(1997)의 한국형 웨슬러 유아용 지능검사(Korean Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence: K-WIPPSI)가 있다. 표준화된 언어 검사로는, 김영태, 성태제, 이윤경(2003)의 취학전 아동의 수용언어 및 표현언어 발달 척도(Preschool Receptive-Expressive Language Scale: PRES) 및 김영태(2002)의 영유아 언어발달검사(Sequenced Language Scale for Infants: SELSI)등이 있다. 또한, 아동의 어휘발달 평가를 통하여 언어 발달을 평가하는 도구로 배소영(2003)의(MacArther Communicative Inventory-Korean: MCDI-K) 등이 있다. 지능검사는 언어발달 수준을 세부적으로 제공하지 못하고 있으며, 언어발달 지연의 경우에는, 평가 결과가 전반적으로 낮게 추정될 가능성이 크다. PRES 와 SELSI 로는 표현언어 및 수용언어를 산출하여 언어발달에 대한 세부정보를 얻을 수 있으나, 이후의 언어발달의 예측력은 제공해주지 못한다(홍경훈, 김영태, 2005). MCDI-K는 부모의 보고에 따라 어휘 발달의 수준이 평가되며, 국내에서 언어발달지연을 판별하는 근거로 삼기에는 기준이 아직 미미한 상태이다(배소영, 2003). 또한, 공통적으로 이들 검사는 시간적 경제적 부담이 적지 않다. 따라서, 효과적인 언어장애의 평가 및 연구를 위해서는 기존의 언어평가 도구가 가진 한계점을 보완해 줄 수 있는 평가 방식이 필요하다. 즉, 빠른 청각 처리 능력 과제는 근본적인 처리과정의 문제를 탐색할 수 있는데 용이하며, 비언어적 평가를 통해 언어발달의 영향을 비교적 덜 받고, 시간적 효율성이 높으며, 향후 언어 발달을 예측해 줄 수 있는 평가도구로 의미가 있을 것이다. 이러한 맥락에서 빠른 청각 처리

능력 과제가 효율적인 도구가 될 수 있는지 확인하고, 임상적 유용성을 탐색할 필요가 있다.

초기 연구의 시점으로부터 현재까지, 빠른 청각 처리 능력의 연구가 지속되는 동안 언어 장애가 보다 근본적인 처리 능력 결여와 관련 되었을 것이라는 연구의 핵심적 논지는 일관 적으로 지지 되었으며, 최근에는 이들의 연구 대상이 3세 이하의 어린 아동으로까지 확대되고(Benasich & Tallal, 1996; Benasich & Tallal, 2002), 뇌영상학적인 방식이 도입되었으며, 종 단연구를 통해 빠른 청각 처리 능력의 언어 발달에 대한 예측력이 지지되었다(Benasich, Choudhury, Fredman, Realpe-Bonilla, Chojnowska, & Gou, 2006; Choudhury & Benasich, 2010; Molfese, & Molfese, 1997). 최근, 국내 연구에서도 정상아동에 대한, 빠른 청각 처리 능력과 언어발달 간의 유의한 관계에 대해서 확인된 바가 있다(김주희, 오경자, 이경희, 2014; 이경희, 오경자, 2010). 하지만, 이러한 빠른 청각 처리 능력이 국내 언어장애 아동의 연구에 적용된 바가 없어, 정상 발달 아동 및 언어장애 아동 집단의 빠른 청각 처리 능력이 유의한 차이를 보이는지, 정상집단과 언어장애 집단을 구별하는 변별능력이 유의한지는 미처 검증되지 못하였다. 따라서, 빠른 청각 처리 능력이 정상 언어발달 아동과 언어장애 집단을 효과적으로 구분해 줄 수 있는 고유한 능력이 될 수 있는지, 더 나아가, 빠른 청각 처리 능력이 언어장애 집단과 정상 언어발달 집단을 진단적으로 구분해 줄 수 있는 진단적 변별력과 임상적 유용성을 확인하고자 본 연구가 수행되었다.

## 방 법

### 연구 대상

#### 임상집단

서울과 경기 소재의 11개 어린이집 재원중인 만 3세~6세 아동 중, 언어지연과 관련하여 보호자가 연세 심리 건강 센터에 언어 인지 발달 평가를 의뢰한 아동을 주대상으로 검사를 실시하여, 1) 김영태, 성태제 등(2003)의 취학전 아동의 수용언어 및 표현언어 발달 척도(PRES) 검사 결과, 통합언어연령이 12개월 이상 지연되고, 2) CPM 지능검사에서 환산 지능이 85이상인 아동으로 단순언어장애 집단을 구성하였다. 청각장애 및 전반적 발달장애나, 자폐장애, 지적장애 및 그 밖의 명백한 신경학적 문제나 기질적 문제를 지니고 있는 아동은 표집에서 제외되었다(DSM-IV, 1994; Leonard, 1998). 일차적으로 부모와의 전화면담을 통해 이들 기타 장애들을 배제 하였으며, 평가 당일에 이들 문제를 재확인하여, 지적 장애가 의심 되는 경우는, 사회성숙도 검사 및 지능검사로 이를 배제하였다. 직접 내원한 아동 중에 이들 기타장애에 해당된 아동은 정신지체 1명이었고, 이 아동은 연구 분석에서 제외되어 최종분석에 포함된 단순언어장애 아동은 25명이었다. 단순언어장애 집단의 성비특성과 관련하여, 단순언어장애 집단은 남아 20명,

3) 선행연구에서 단순언어장애의 성비는 남아가 두드러지며(67~82%), 혹은 약 2:1에서 3:1에 이르는 것으로 알려져 있다(최재용, 김철암, 송익진, 이균우, 강민정, 정민지, 손병희, 2011; Flax, Realpe-Bonilla, Hirsch, Brzustowicz, Bartlett, & Tallal, 2003; Johnston, Stark, Mellits, & Tallal, 1981; Tallal, Ross, & Curtiss, 1989b).

여아 5명 이었다.

### 정상집단

서울 소재의 3개 유치원에 재원중인 만 3세에서 6세사이의 아동 가운데, 학부모가 연구 참여에 동의한 67명 중, 임상집단인 단순언어장애 아동 25명과 연령을 동수 대응시킨 아동 25명으로 구성되었다(남아 13명, 여아 12명). 이들은, 한국어를 모국어로 하는 아동으로, 보호자 및 유치원 교사의 보고를 토대로 신경학적 문제나 발달장애, 지적장애, 정서 및 기타 정신장애가 있는 아동은 제외되었다. 동수 선정 과정에서는 SPSS 17.0의 random sampling method를 이용하였다.

### 연구 절차

#### 임상집단

평가를 의뢰한 부모를 대상으로 초기 선별 전화 면접을 실시하여, 아동의 연령과 언어발달의 수준을 파악하였으며, 기타 신경학적 문제나 정신장애를 제외하여, 일차적으로 언어 지연 아동을 선별하였다. 전화 면접 과정에서는 면접자 질문의 내용과 형식을 통일하고 객관성을 확보하기 위해, 언어 인지 발달 검사를 위한 구조화된 간이 전화 질문지를 작성하여 사용하였다. 간이 전화 질문지에는 아동의 연령, 성별, 언어발달의 수준(표현/수용), 과거 언어 발달 검사 수행 여부, 기타장애 및 치료 경험의 여부, 희망 예약 날짜 등의 문항이 포함되었다. 일차적으로 전화면접에서 언어지연이 의심되는 아동을 선별하여, 검사 날짜를 예약한 후에 부모와 아동이 센터를 내원하여 언어검사, 지능검사, 빠른 청각 처리 능력 과제의 검사가 이루어졌다. 평가 및 결과 면담

이 실시된 후 1주일 후 내지는 2주일 후에 평가 아동의 부모를 대상으로 검사 결과에 대한 결과면담을 실시하고 결과 보고서를 제공하였다. 그 밖의 연구 및 검사 절차는 정상집단과 동일하였다.

#### 정상집단

자료수집을 위하여, 본 연구에 동의하는 기관의 학부모에게 안내문을 공지하여 검사 희망자를 모집하고 동의서를 회수하였다. 임상심리전문가에 의하여, 아동 한 명씩, 유치원에서 제공하는 독립적인 공간에서 개별적으로 검사가 시행되었다. 평가자는 아동의 옆에 앉아서 검사를 시행하고 반응을 기록하였으며, 빠른 청각 처리 능력 과제 수행 시에는 검사자와 아동 모두 헤드폰을 착용하였다. 검사는 시간순서 판단과제, 주파수변조 탐지 검사, 지능검사, 언어검사의 순으로 이루어졌다. 총 검사시간은 50분내지 60분정도가 소요되었으며, 아동이 지루해 하거나 휴식을 원하는 경우에는 중간에 쉬도록 하였다. 검사가 끝난 뒤, 연구에 참여한 아동에게는 소정의 선물로 학용품이 각각 지급되었으며, 모든 검사의 종료 후에 개별 검사 보고서가 기관에 제공되었다. 본 연구는 연세대학교 심리학과 연구심의위원회(Department Review Committee)의 연구 승인을 절차를 통과하였다.

#### 측정 도구

#### 취학전 아동의 수용언어 및 표현언어 발달 척도(Preschool Receptive-Expressive Language Scale: PRES)

언어발달 검사 도구로는 김영태, 성태제 등 (2003)의 취학전 아동의 수용언어 및 표현언어

발달 척도(Preschool Receptive-Expressive Language Scale: PRES)를 사용하였다. 이는 수용언어 영역 문항들과 표현언어 영역 문항들로 구성되어 있다. 평가 문항들은 인지능력과 관련된 의미론적 언어능력, 언어학적인 지식과 관련된 구문론적 언어능력, 사회적 상호작용 능력과 관련된 화용적인 언어능력을 포함하고 있다. 검사는, 3세까지는 3개월 발달 단계마다 세 문항씩 구성되었고, 4세부터 7세까지는 6개월 발달단계마다 세 문항씩 구성되어 있다. 이러한 구별은 4세 이전에는 기본적인 어휘와 간단한 문장구조의 습득이 빠르게 이루어지는 반면, 그 이후에는 이미 습득된 어휘 및 문장구조가 좀 더 복잡해지고 정교화 되면서 다소 느린 속도로 습득되는데 기초한 것이다. 또한, 한 발달단계의 세 문항 중 두 문항은 해당 발달단계의 아동들에게 보편적으로 습득될 수 있는 비교적 쉬운 수준으로 선정되었고, 나머지 한 문항은 다소 어려운 문항으로 선정되어 있다. 검사문항은 수용언어의 영역과 표현언어의 영역이 각각 45개씩 총 90문항으로 이루어져 있으며, 각 문항에 속하는 소문항이 2-6개 정도로 구성된다. 이중 규준에 정해진 개수 이상의 소문항의 정답을 맞추어야 다음 문항으로 진행된다. 채점 후, 수용언어 및 표현언어 발달연령을 구할 수 있으며, 통합언어 발달연령은 수용언어와 표현언어 발달연령의 평균연령을 의미한다. 본 연구에서는 언어발달 연령으로 환산하지 않고 각 단계의 소검사 문항의 원점수 총점을 사용하였다. 전체 연령에 대한 재검사의 신뢰도는 수용 언어 .789, 표현언어 .919, 통합언어 .817이었으며, 49-84개월에 대한 Cronbach  $\alpha$ =.809(수용언어), .835(표현언어)였다(김영태, 성태제 등, 2003). 공인타당도를 위하여, 김영태, 장혜성, 임선

숙, 백현정(1995)의 그림 어휘력 검사(Peabody Picture Vocabulary Test-Revised)와의 상관계수를 산출한 결과 .756(수용언어), .775(표현언어), .779(통합언어)로 나타났다.

#### 빠른 청각 처리 능력 평가

#### 청각 시간순서 판단과제(Auditory Temporal Order Judgement)

청각 시간 순서 판단과제(Auditory Temporal Order Judgement: ATOJ)는 빠른 청각 처리 능력을 평가하기 위해 고안된 검사로 아동이 빠르고 짧은 시간 안에 연속적으로 제시되는 소리 자극들의 순서를 변별하는 능력을 평가한다. 청각 시간순서 판단과제는 Tallal(1980)의 시간 순서 판단과제의 단순화된 형태인 읽기장애 초기 스크리닝 검사(Dyslexia Early Screening Test: DEST-II)의 소검사인 소리 순서 판단 하위검사(Sound Order sub-test)를 사용한 검사이며, 영어 지시문을 Sony digital voice editor를 이용하여 한국어로 녹음 및 재생하였다. 본 연구에서는 이경희와 오경자(2010)의 연구에서 사용된 청각 시간순서 판단과제를 사용하였으며, 도구의 난이도에 따른 아동의 평가 수행의 차이를 확인하기 위하여 청각 시간순서 판단과제 155ms와 청각 시간순서 판단과제 75ms 두 가지 과제를 사용하였다.

청각 시간순서 판단 과제는 시간적으로 매우 근접하게 제시되는 쥐와 오리의 소리를 듣고 첫소리가 누구의 소리인지 알아 맞추도록 되어 있다. 어린 아동들이 쉽게 이해하고 흥미를 느끼도록 이야기 형식으로 문제를 제시하며, 낮은 음(오리 “꽹:quack”, 166Hz)과 높은 음(쥐 “찍:squeak”, 1430Hz)을 들려주고, 두 개 중 어떤 소리가 먼저 제시되었는지 고르도록

한다. 155ms 청각 시간순서 판단과제에서 오리 소리와 쥐 소리의 자극 지속시간은 각각 155ms이고, 자극간의 간격(Inter Stimulus Interval: ISI)은 연습시행에서 300ms이며, 이후 본시행에서는 947, 300, 150, 60, 30, 15, 8ms 순으로 제시된다. 오리와 쥐의 소리 자극을 구분하도록 학습하는 변별학습 시행이 4회, 947ms의 ISI인 연습 시행이 3회로 구성되었고, 본 시행은 ISI별로 947ms은 2회, 300, 150, 60, 30, 15, 8ms은 각각 3회씩 총 20회로 구성되어 있다. 75ms 청각 시간순서 판단과제는 자극 지속시간이 75ms이며, 자극간 간격은 연습시행에서 300msec, 이후에는 947, 300, 150, 60, 30, 15, 8ms로 제시된다. 변별학습 4회, 연습시행 3회로 155ms 판단과제와 구성이 동일하며, 총 20개의 본시행으로 구성되었다. 1시행을 맞추면 각 1점을 획득하여 총 20점 까지 얻을 수 있다. 본 연구에서는 전체 시행의 총점을 사용하였다.

#### **청각 주파수변조 탐지 검사(Auditory Frequency Modulation-detection test)**

청각 주파수변조 탐지 검사는 빠른 시간 안에 역동적으로 변화하는 자극을 변별해내는 능력을 알아보기 위하여 고안된 검사로, Boets 등(2006)이 사용했던 청각 주파수변조 탐지 검사를 이경희와 오경자(2010)가 재구성한 2Hz 청각 주파수변조 탐지 검사를 사용하였다. 2Hz 청각 주파수변조 탐지 검사는, 말소리의 지각 변별에 필수적인 음절에 해당하는 변조 속도를 가진 것으로 알려져 있다(Talcott, Witton, McClean, Hansen, Rees, Green, & Stein, 1999). 이 검사는 세 개의 소리 중 다른 하나의 소리를 찾아내는 방식으로 아동의 청각적 변별 역치를 측정하게 되어 있다. 두 개의 소

리는 1kHz의 단순음이고, 다른 하나의 소리는 2Hz의 사인파로 제시되었다. 목표자극의 제시 시간은 1000ms로 1회, 동일한 1000ms 의 준거 자극 2회와 함께 순차적으로 제시되며, 그 사이의 자극간 간격은 350ms이다. 아동이 2Hz 주파수 변조의 깊이를 청각적으로 얼마나 작은 단위까지 인식할 수 있는지 역치를 찾아내는 검사로 최종적으로 선택된 주파수변조 깊이는 100, 69, 48, 33, 23, 16, 11, 9, 7, 5, 4, 3, 2, 1, 0.5Hz 이었으며, 목표자극을 찾아내는데 실패하면 두단계 내려가고, 정답을 맞으면 한단계 올라가는 규칙을 적용하여 70.7% 정답률에 상응하는 역치를 얻어내도록 매트랩 7.6 버전으로 프로그래밍되었다. 청각 주파수변조 탐지 과제에서는 아동의 이해를 돕기 위해 컴퓨터 모니터에 제시된 그림과 동일한, 공룡이 세 개의 알을 낳는 그림을 제시하며 “엄마 공룡이 알을 낳았어요, 이중 ‘뿌우우우’ 하고 다른 소리를 내는 알이 깨어난대요, 세 개의 소리를 듣고 어떤 알이 깨어나는지 알아 맞춰 보세요” 라고 지시하며, 아동은 그림 중 다른 소리가 나는 공룡알 하나를 손으로 가리키게 된다. 시각자극은 Dell 노트북 컴퓨터를 이용하여, 15.6 인치 6:9 와이드 모니터에 제시되었고, 아동과 모니터와의 거리는 50cm를 유지하였다. 수행 결과, 프로그램에 의해 자동으로 산출된 역치의 수치가 낮을수록 주파수 변조의 인식이 민감한 것으로 볼 수 있으며, 본 연구에서는 2회 시행을 측정하여, 1회 시행과 2회 시행 점수의 평균 역치값을 결과 분석에 사용하였다.

#### **한국판 레이븐 지능검사(Coloured Progressive Matrices: CPM)**

본 연구에서 아동의 비언어성 지능을 평가

하고, 언어발달 능력에 미치는 지능의 영향력을 통계하기 위하여, 임호찬(2003)의 한국판 레이븐 비언어성 지능검사(Coloured Progressive Matrices: CPM)를 사용하였다. CPM은 레이븐 누진 행렬 검사(Raven's Coloured Progressive Matrices Test: Raven, 1962)를 임호찬(2003)이 한국 표준화한 것으로 색채 누진 행렬 지능검사라고도 한다. 이 검사는 유아와 노인층의 지적 능력을 측정할 수 있도록 고안되었고, 다른 언어검사에 비하여 언어적 표현능력을 적게 요구하기 때문에 아동이나 지적 장애인에게도 사용가능하다. 검사는 12문항씩 3세트(A, Ab, B)로 이루어져 있으며 총 36문항으로 구성되었다. 제시된 도형그림 안에 주어진 빈칸을 채우기 위해서 6개 보기 중 정확한 답을 선택하도록 되어 있다. 세트 A는 연속적인 패턴에서 동일성의 변화에 대한 이해, 세트 Ab는 공간적으로 관련된 전체로서의 분리된 상들의 이해, 세트 B는 공간적, 논리적으로 관련된 상들에서 유추적인 변화의 이해 등을 측정하도록 구성되었다. 맞은 개수가 총점이며, 점수 분포는 0에서 36점까지의 범위에 걸쳐 분포한다. CPM 지능 검사는 33개월에서 128개월까지 6개월 단위로 원점수를 이용하여 백분위 점수를 산출하고, 백분위에 해당되는 지능지수를 구할 수 있으며, 본 연구에서는 원점수를 분석에 사용하였다. 검사-재검사 신뢰도는  $r=.74$ 였으며, Cronbach  $\alpha=.89$  였다(임호찬, 2003).

#### 분석 절차

연구과정에서 수집된 자료의 분석을 위하여, 먼저, 정상아동 집단과 단순언어장애 집단의 인구통계학적인 분포를 알아보기 위하여

주요변인의 평균 및 표준편차를 산출하였다. 다음으로, 각 집단에 따른 월령, CPM 지능검사, 빠른 청각 변별과제(시간순서 판단과제 155ms, 시간순서 판단과제 75ms, 주파수변조 탐지과제 2Hz)의 차이가 유의한지 알아보기 위하여  $t$  검증을 실시하였다. 또한, 청각순서 판단과제 155ms, 75ms, 주파수 변조 탐지과제 2Hz가 두 집단의 언어발달을 설명하는데 타당한지, 이들이 정상군과 임상군을 유의하게 변별해주는지 확인하고 진단적 유용성을 검증하기 위하여 ROC 분석을 실시하였다. 통계 분석은 SPSS 17.0을 사용하였으며, 통계적 유의성은 .05 수준에서 검증되었다.

## 결 과

### 두 집단의 주요특성과 차이 분석

최종분석에 포함된 정상집단아동 25명, 단순언어장애 집단 아동 25명에 대한, 주요변인의 평균과 표준편차가 표 1에 제시되어 있다. 각 집단에 따른 월령, CPM 지능검사, 빠른 청각 변별과제(시간순서 판단과제 155ms, 시간순서 판단과제 75ms, 주파수변조 탐지과제 2Hz)의 차이가 유의한지 알아보기 위하여  $t$  검증을 실시한 결과를 제시하였다. 정상집단과 단순언어장애 집단 간의 빠른 청각 처리 능력은 시간순서 판단과제 155ms, 시간순서 판단과제 75ms, 주파수변조 탐지 과제 2Hz에서 모두 유의한 차이를 보였다.

### ROC 분석

빠른 청각 처리 과제의, 언어장애 변별에

표 1. 주요변인의 특성과 집단간의 차이 검증

	집단		집단차 검증
	정상 (n=25)	단순언어장애 (n=25)	t
월령	53.48 (11.33)	52.58 (16.80)	1.15
CPM지능	15.80 (4.44)	13.40 (6.27)	1.50
시간순서 판단과제 155ms	15.40 (3.75)	9.44 (5.69)	4.37***
시간순서 판단과제 75ms	13.16 (4.14)	6.25 (5.06)	5.23***
주파수변조 탐지과제 2Hz	49.61 (34.71)	74.15 (25.97)	-3.05**

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

대한 진단적 유용성을 확인하고자 이들 변인에 대한 ROC (Receiver-Operating Characteristic curve) 분석을 실시하였다. ROC는 특정 진단방법의 민감도와 특이도가 어떤 관계를 가지고 있는지를 표현한 그래프이다. 진단의 정확도는 그래프 아래의 면적(Area under the curve:

AUC)에 의해 측정될 수 있으며 면적이 1에 가까울수록 완벽한 검사를 의미한다. 보통 AUC의 면적에 따라 비정보적( $AUC=0.5$ ), 덜 정확한( $0.5 < AUC \leq 0.7$ ), 정확한( $0.7 < AUC \leq 0.9$ ), 매우 정확한( $0.9 < AUC < 1$ ), 완벽한( $AUC=1$ )로 구로 분류된다(Greiner, Pfeiffer & Smith, 2000;

표 2. 빠른 청각 처리 능력 과제에 대한 ROC 분석결과

	AUC	표준오차	95%신뢰구간	
			상한	하한
시간순서 판단과제(155ms)	.803***	.061	.685	.922
시간순서판단과제(75ms)	.847***	.056	.737	.957
주파수변조 탐지 검사 2hz	.752**	.072	.610	.894
CPM지능	.641	.079	.485	.796

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

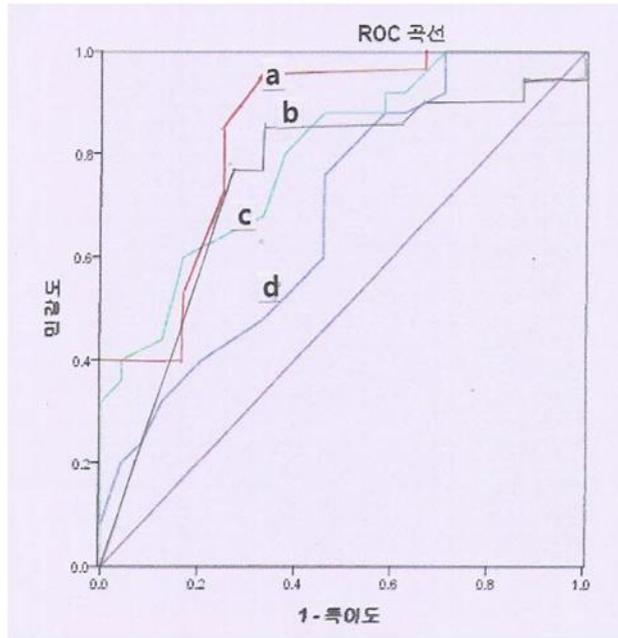


그림 1. 각 변인의 ROC곡선

- a. 시간순서 판단과제 75ms
- b. 주파수변조 탐지과제 2Hz
- c. 시간순서 판단과제 155ms
- d. CPM 지능

Luoto, & Hjort. 2005; Swet, 1988). 본 연구에서 사용한 예측변인들에 대한 ROC 분석결과는 표 2에 제시되었으며 예측 변인들의 ROC 곡선은 그림 1에 제시되었다. 결과에 의하면, 빠른 청각 처리 능력 과제인 시간순서 판단과제 155ms 와 시간순서 판단과제 75ms, 주파수변조 탐지 검사는 판별 정확도가 중간정도의 정확한 범위에 해당되어 양호한 판별도구로 사용할 수 있음이 지지되었다. 또한, ROC분석을 통하여 두 집단을 가장 잘 변별 할 수 있는 경계점수는 민감도와 특이도가 동시에 높은 지점이라 볼 수 있다. 각 예측변인의 이러한 경계점수 및 민감도와 특이도는 시간순서 판단과제 155ms 12.5점( .86, .61), 시간순서 판단

과제 75ms 9.5점( .95, .75), 주파수변조 탐지과제의 74.25점( .80, .70)으로 확인되었다.

## 논 의

빠른 청각 처리 능력의 진단적 타당성과 임상적 유용성을 확인하고자 수행된 본 연구에서 나타난 결과 및 논의점을 종합적으로 정리하면 다음과 같다.

첫째, ROC 분석결과, 빠른 청각 처리 과제는 언어장애를 예측하는 변인으로서 유의한 진단적 함의를 가진다. 연구결과에서 단순언어장애 아동의 빠른 청각 처리 능력은 정상

아동과 유의한 차이를 보였다. 기본적으로 빠른 청각 처리 과제에서 낮은 수행을 보이는 아동은 언어발달의 지연을 의심해 볼 수 있다. 특히, 단순언어장애 아동의 지능은 정상아동과 유의한 차이를 보이지 않는 경우가 많기 때문에, 언어평가나 지능평가만으로는 전문가나 부모가 즉각적인 언어적 개입의 결정을 내리기가 어렵다. 이러한 경우, 빠른 청각 처리 과제의 수행 수준이 정확한 진단에 도움을 줄 수 있을 것으로 여겨진다. 본 연구에서 모집된 단순언어장애 아동의 환산된 지능지수는 평균 92점으로 지능의 측면에 있어서는 보통 수준에 속하는 아동들이었고, 평균 98점을 보인 정상집단아동과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만, 빠른 청각 처리 능력의 측면에 있어서는 정상발달 아동보다 현저히 낮은 수행 능력을 보여, 시간순서 판단 과제 155ms, 시간순서 판단과제 75ms, 주파수 변조 탐지 검사에서 모두 정상집단보다 통계적으로 유의하게 낮은 점수를 보였다. 이는 지능적 특성으로 인하여 진단이나 치료의 사각지대에 놓일 수 있는 언어발달 취약 집단이 있음을 시사해 주며, 이러한 집단에게 빠른 청각 처리 능력의 과제를 변별 진단의 도구로 활용할 수 있을 것이다. 또한, 아동의 조기 언어발달 선별 검사 도구로서 빠른 청각 능력 과제의 초기 측정치를 이후 언어발달의 예측인으로 활용할 수 있을 것이다. 또한, 연구에 따르면(Leonard, 1998), 말늦은 아동 중 25~50%가 단순언어장애로 이어지기 쉬우며, 단순언어장애, 특히 표현성 단순언어장애 아동의 경우 치료에 의해 문제가 완화될 가능성이 높기 때문에(최재용 등, 2011; Bishop, Edmunson, 1987b), 정확한 조기진단이 더욱 중요하다. 즉, 언어지연이 의심되는 경우, 언어평가와 지능

평가를 실시하고 빠른 청각 처리 능력을 실시한다면, 단순언어장애 아동과 현재 언어능력이 저하되어 있으나, 추후 정상발달의 궤도에 진입할 가능성이 높은 아동을 구분하는데 도움이 될 것이다. 또한, 기존의 언어평가도구가 시간적, 경제적 측면에서 보다 하위과정에 문제가 있는 언어장애 아동의 언어평가에 그다지 효율적이지 못하였음을 감안할 때, 빠른 청각 처리 능력의 활용은 임상적 진단과 평가에 상당히 보완적인 유용성을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 이러한 임상적 유용성을 토대로 빠른 청각 처리 능력의 치료적 활용의 가능성의 기반을 마련할 수 있을 것으로 생각한다. 빠른 청각 처리 능력은 평가 뿐 아니라 반복된 훈련을 통한 치료 도구로도 활용이 가능하다. 특히, 이러한 청각 처리 능력이 어린 시절부터 내재되어 이후의 언어발달에 영향을 끼칠 수 있다는 시사점을 감안할 때, 단순언어장애 및 읽기 장애 아동의 진단 및 치료의 도구로 활용한다면 이후의 언어발달에 적극적인 촉진 도구도 활용할 수 있을 것이다. 빠른 청각 처리 능력의 치료적 효과에 대해서는 이미 선행 연구에서 확인된 바 있다(Tallal, Miller, Bedi, Byma, Wang, Nagarajan, Schreiner, Jenkin, & Merzenich, 1996). 이들의 연구는, 단순언어장애 아동 집단을 대상으로 빠른 청각 처리 과제 훈련을 실시하여, 언어능력에 유의한 향상을 보이고 있음을 확인해 주었다. 추후 국내 연구에서도 빠른 청각 처리 과제의 훈련 효과에 대한 검증 연구가 필요하다. 보다 세부적으로는 청각 처리 능력은 정상이지만 현재는 지능 대비 언어발달이 지연되어 언어장애로 진단되는 경우와, 청각 처리 능력이 저하된 단순언어장애아가 추후 발달경과나 치료효과 면에서

차이를 보임을 검증하는 연구 등이 의미 있을 것이다.

셋째, 단순언어장애 집단의 모집을 통하여 이들의 실질적인 임상적 특성을 파악, 기술하고 국내 단순언어장애 연구에 빠른 청각 처리 능력 과제라는 보다 새로운 비언어적 실험연구를 시도하였다는데 의의가 있다. 현재까지 단순언어장애의 연구는 주로 언어병리나 특수교육의 영역에서 이루어졌고, 음운 형태소적 접근이 대다수였으며, 임상심리학자의 영역에서 이루어진 단순언어장애의 연구는 매우 부족한 실정이었다. 따라서, 이러한 연구가 임상 장면에서 서로 다른 분야의 통합적 팀 접근에 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구 과정에 있어서 나타난 제한점을 바탕으로 한 후속연구를 위한 제안은 다음과 같다. 첫째, 연구 샘플과 관련하여, 본 연구에 참여하는 대상을 모집하는데 있어 한계가 있었기에 연구 결과를 일반화하기에는 제한점이 있을 수 있다. 본 연구의 정상집단의 경우에는 3개의 유치원의 아동을 대상으로 하였고 이로 인한 표본의 한계점이 있을 수 있다. 대상 유치원 아동의 거주 특성상 아동의 발달이 비교적 양호한 편으로 표집의 편향이 있을 수 있으므로, 보다 다양한 사회경제적인 상태 및 계층에 해당하는 다수의 아동에 대한 확장연구가 필요 할 것으로 보인다.

둘째, 빠른 청각 처리 능력 과제의 특성과 관련된 한계에 대한 지적과 제안이다. 빠른 청각 처리 능력 과제의 도구적 특성에서 아동에게 언어적 설명이 일부 필요하고 여기에 아동의 언어적 이해력이 상당 반영되는 검사 도구이기에 청각 변별 도구라 하기에는 다소간 제한점이 있다. 물론 최근에 이루어지고 있는 뇌영상학적 연구 접근(Benasich, Choudhury,

Fredman, Realpe-Bonilla, Chojnowska, & Gou, 2006; Choudhury & Benasich, 2010; Molfese, & Molfese, 1997)에서는 보다 순수한 청각 자극을 이용할 수 있으나 도구의 절차 및 비용의 측면에서 접근하기 어려운 측면이 있다. 추후 연구에서는 기존의 연구에 충실하면서도 여타의 인지 및 언어적 요인의 영향이 최소화 될 수 있는 연구도구를 탐색할 필요가 있다.

마지막으로, 빠른 청각 처리 능력 과제의 실질적인 임상적 활용과 관련한 제안으로 빠른 청각 처리 능력 과제의 사용시 세부적인 지침을 마련할 필요가 있을 것으로 보인다. 즉, 검사도구의 난이도에 따라 4, 5세 혹은 6세 집단에서 천장효과 등이 나타날 수 있으므로(김주희 등, 2014; 이경희, 오경자, 2010), 정상집단과 임상집단에서, 혹은 연령에 따라 활용되는 평가 도구의 구성이 달라져야 할 것이다. 가령, 정상집단에서는 월령과 CPM지능, 시간순서 판단과제 75ms와 주파수변조 탐지 검사 2Hz를, 언어장애집단에서는 월령과 CPM지능, 시간순서 판단과제 155ms를 간편하게 언어평가 배터리로 사용할 수 있을 것이다. 물론 훈련된 전문가의 평가를 통하여, 보다 효율적인 언어평가나 진단이 가능할 것으로 여겨지며, 기존의 언어검사 도구 및 지능평가 도구를 병행한다면 더욱 효과적일 것이다. 아울러, 추후 연구에서는 빠른 청각 처리 능력을 활용한 치료 도구의 개발 및 검증 연구를 제안하며, 이를 언어지연 및 언어장애 아동의 언어발달 훈련에 활용하고 그 결과에 대해서 논의할 필요가 있을 것이다.

### 참고문헌

- 곽금주, 박혜원, 김청택 (2001). KEDI-WISC. 서울: 도서출판 특수교육.
- 김영태 (2002). 영유아 언어발달검사(SELSI) 개발연구: 문항 및 신뢰도 분석. 언어청각장애 연구, 7(2), 1-23.
- 김영태, 성태제, 이윤경 (2003). 취학 전 아동의 수용언어 및 표현언어 발달 척도. 서울 장애인 종합 복지관.
- 김영태, 장혜성, 임선숙, 백현정 (1995). 그림어휘력 검사. 서울장애인 종합 복지관.
- 김주희, 오경자, 이경희 (2014). 아동의 언어발달 능력과 빠른 청각 처리 능력간의 관계. 심사중.
- 김화수 (2008). 표현형 및 혼합형 언어 장애 아동의 읽기 재인 특성. 언어치료연구, 17(3).
- 박혜원, 곽금주, 박광배 (1997). K-WIPPSI. 서울: 도서출판 특수교육.
- 배소영 (2003). 영유아기 의미 평가 도구 MCDI-K의 타당도와 신뢰도에 관한 연구. 언어청각장애 연구, 8(2), 1-14.
- 이경희, 오경자 (2010). 청각 시간처리 능력이 음운처리와 초기 읽기 능력에 미치는 영향. 연세대학교 박사논문.
- 임호찬 (2003). 한국판 Raven 비언어성 지능검사에 관한 표준화 연구. 특수교육연구, 10(1), 87-103.
- 최재용, 김철암, 송익진, 이균우, 강민정, 정민지, 손병희 (2011). 단순언어장애로 진단된 환아의 임상적 고찰, 대한 소아신경학회지, 19(1), 8-17.
- 홍경훈, 김영태 (2005). 중단연구를 통한 말늦은 아동의 표현어휘발달 예측요인 분석. 언어청각장애 연구, 10(1), 1-24.
- 황민아 (2012). 문장 따라 말하기 검사의 학령 전 단순언어장애 진단 정확도. 언어청각장애 연구, 언어청각장애 연구, 17(1), 1-14.
- American Psychiatric Association (1994). *DSM-IV: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (4th ed.)*. Washington, DC: Author.
- Aram, D. M., Ekelman, B. L., & Nation, J. E. (1984). Preschoolers with language disorders: 10 years later. *Journal of Speech and Hearing Research, 27*, 232-244.
- Beitchman, J. H., Nair, R., Clegg, M., Ferguson, B., & Patel, P. G. (1986). Prevalence of psychiatric disorders in children with speech and language disorder. *Journal of the American Academy of Child Neurology, 25*, 528-535.
- Beitchman, J. H., Wilson, B., Brownlie, E. B., Walters, H., & Lancee, W. (1996). Long-term consistency in speech/language profiles: I. Developmental and academic outcomes. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 40*, 75-82.
- Benasich, A. A., Choudhury, N., Fredman, J. T., Realpe-Bonilla, T., Chojnowska, C., & Gou, Z. (2006). The infant as a prelinguistic model for language learning impairments: Predicting from event-related potentials to behavior. *Neuropsychologia, 44*, 396-411.
- Benasich, A. A., Curtiss, S., & Tallal, P. (1993). Language, learning and behavioral disturbance in childhood: A Longitudinal perspective. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 32*, 585-594.
- Benasich, A. A., & Tallal, P. (1996). Auditory

- temporal processing thresholds, habituation, and recognition memory over the 1st year. *Infant Behavior and Development*, 19, 339-357.
- Benasich, A. A., & Tallal, P. (2002). Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behavioral Brain Research*, 136, 31-49.
- Bishop, D. V. (1990). Handedness, clumsiness and developmental language disorders. *Neuropsychologia*, 28, 681-690.
- Bishop, D. V., Edmundson, A. (1987a). Language-impairment 4-year-olds: Distinguishing transient from persistent impairment. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 156-173.
- Bishop, D. V., Edmundson, A. (1987b). Specific language impairment is a maturational lag: Evidence from longitudinal data on language and motor development. *Developmental medicine and Child Neurology*, 29, 442-459.
- Choudhury, N., & Benasich, A. A. (2010). Maturation of auditory evoked potentials from 6 to 48 months: Prediction to 3 and 4 year language and cognitive abilities. *Clinical Neurophysiology*, in press.
- Flax, J. F., Realpe-Bonilla, T., Hirsch, L. S., Brzustowicz, L. M., Bartlett, C.W., Tallal, P. (2003). Specific language impairment in families: Evidence for co-occurrence with reading impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 530-543.
- Galaburda, A. M., Menard, M. T., & Rosen, G. D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91, 8010-8013.
- Greiner, M., Pfeiffer, D, Smith, R, D. (2000). Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. *Preventive veterinary medicine*, 45, 23-41.
- Heim, S., & Benasich, A. A. (2005). Developmental disorder of language. In: Cicchetti, D., Cohen, D. (2Eds.), *Developmental psychopathology* (268-316). NY: John Wiley & sons.
- Johston, R. B., Stark, R. E., Mellits, E. D., & Tallal, P. (1981). Neurological status of language-impaired and normal children. *Annals of Neurology*, 10, 159-163,
- Law, J., Garrett, Z., & Nye, C. (2004). The efficacy of treatment for children with developmental speech and language disorder: a meta analysis. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 47, 924-943.
- Leonard, L. B. (1998). *Children with Specific Language Impairment*. Cambridge MA: The MIT press.
- Luoto, M. & Hjort, J. (2005). Evaluation of current statistical approaches for predictive geomorphological mapping. *Geomorphology*, 67, 299-315.
- McAnally, K. I., & Stein, J. F. (1997). Scalp potentials evoked by amplitude-modulated tones in dyslexia. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 40(4), 939-945.
- Miniscalco, C., Nygren, G., Hagberg, B., Kadesjö, B., & Gillberg, C. (2006). Neuropsychiatric and neurodevelopmental outcome at age 6 and 7 year of children who screened positive for language problem at 30 months.

- Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 361-366.
- Molfese, D. L., & Molfese, V. J. (1997). Discrimination of language skills at five years of age using event-related potentials recorded at birth. *Developmental Neuropsychology*, 13, 135-156.
- Raven, J. (1990). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales: Research Supplement. No. 3: American and International Norms*. Oxford Psychologists Press.
- Rescorla, L., Roberts, & Dahlsgaard, K. (1997). Late talker at 2: Outcome at age 3. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 556-566.
- Stark, R. E., Bernstein, L. E., Condino, R., Bender, M., Tallal, P., & Catts, H. (1984). Four-year follow-up study of language impaired children. *Annals of Dyslexia*, 34, 49-68.
- Studdert-Kennedy, M., & Mody, M. (1995). Auditory temporal perception deficits in reading impaired: A critical review of the evidence, *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 508-514.
- Swet, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic system. *Science* 240, 1285-1293.
- Talcott, J. B., Witton, C. McClean, M., Hansen, P. C., Rees, A., Green, G. G. R., & Stein, J. F. (1999). Can sensitivity to auditory frequency modulation predict children's phonological and reading skills? *Neuroreport*, 10, 2045-2050.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 82-198.
- Tallal, P. (1984). Temporal or phonetic processing deficit in dyslexia? That is the question. *Applied Psycholinguistics*, 5, 167-169.
- Tallal, P., & Benasich, A. A. (2002). Developmental language learning impairment. *Development and Psychopathology*, 14, 559-579.
- Tallal, P., Miller, S. L., Bedi, G., Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S. S., Schreiner, C., Jenkin, W. M., & Merzenich, M. M. (1996). Language comprehension in Language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271, 81-84.
- Tallal, P., Miller, S. L., & Fitch, R. H. (1993). Neurobiological basis of speech: A case for the preeminence of temporal processing. *Annals of the New York Academy of Science*, 682, 27-47.
- Tallal, P., Piercy, M. (1973a). Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*, 241, 468-469.
- Tallal, P., Piercy, M. (1973b). Developmental aphasia: Impaired rate of non-verbal processing as a function of sensory modality. *Neuropsychologia*, 11, 389-398.
- Tallal, P., Piercy, M. (1974). Developmental aphasia: Rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. *Neuropsychologia*, 12, 83-93.
- Tallal, P., Piercy, M. (1975). Developmental aphasia: The perception of brief vowels and extended stop consonants. *Neuropsychologia*, 13, 69-74.
- Tallal, P., Ross, R., & Curtiss, S. (1989b). Unexpected sex-ratios in families of language/

- learning-impaired children. *Neuropsychologia*, 27, 987-998.
- Tallal, P., & Stark, R. E. (1981). Speech acoustic-cue discrimination abilities of normally developing and language-impaired children. *Neuropsychologia*, 27, 987-998.
- Tallal, P., Stark, R. E., & Mellits, D. (1985). Identification of language-impaired children on basis of rapid perception and production skills. *Brain and Language*, 25, 314-322.
- Tallal, P., Stark, R. E., Kallman, C., & Mellits, D. (1980a). Developmental dysphasia: Relation between acoustic processing deficits and verbal processing. *Neuropsychologia*, 18, 273-284.
- Tallal, P., Stark, R. E., Kallman, C., & Mellits, D. (1980b). Perceptual constancy for phonemic categories: A developmental study with normal and language impaired children. *Applied Psycholinguistics*, 1, 49-64.
- Tomblin, J. B., Freese, P. R., & Records, N. L. (1992). Diagnosing specific language impairment in adults for the purpose of pedigree analysis. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, 832-843.
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, Smith, X., & O'Brien, M. (1997). Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 40, 1245-1260.
- Tomblin, J. B., Smith, E., & Zang, X. (1997). Epidemiology of Specific Language impairment: Prenatal and perinatal risk factors. *Journal of Communication Disorder*, 30, 325-344.
- 원고접수일 : 2013. 10. 9.  
수정원고접수일 : 2014. 1. 15.  
게재결정일 : 2014. 1. 29.

## **Diagnostic Validity and Clinical Utility of Rapid Auditory Processing for Specific Language Impairment: A ROC Analysis**

**Joohee Kim**

**Kyungja Oh**

Yonsei University

This study was conducted to investigate the diagnostic validity and clinical utility of rapid auditory processing and verify whether it can validly distinguish between Specific Language Impairment (SLI) group and control group in clinical settings. To accomplish this, a total of 50 children (25 children with SLI matched in age with 25 preschool-aged children with normal language development) were given a rapid auditory processing task (Auditory Temporal Order Judgment task 155ms, 75ms, Auditory Frequency Modulation-detection test 2hz). A language assessment (Preschool Receptive-Expressive Language Scale) and nonverbal intelligence assessment (Korean-Coloured Progressive Matrices) were also conducted. To observe the clinical utility of rapid auditory processing, Receiver Operating Characteristic (ROC) analyses were conducted using variables that predict language development. The ROC results indicated significant diagnostic validity that can distinguish between normal development and SLI children. The ROC results also confirmed that the clinical utility of rapid auditory processing was in the accurate range. These results suggest that rapid auditory processing is an important assessment tool that can capture developmental language disorders in clinical settings. Limitations and implications for future research were also discussed.

*Key words : Rapid Auditory Processing, Language Development, Specific Language Impairment, ROC analysis, Clinical Utility*