

## 아동기 장애에 대한 뇌과학적 접근\*

- 읽기장애, ADHD, 자폐증을 중심으로 -

이 명 주

부산대학교 특수교육연구소 전임연구원

안 성 우\*\*

부산대학교 특수교육학과

김 학 진

부산대학교 의과대학

서 유 경

부산대학교 특수교육학과 박사과정

---

### 《요 약》

---

본 연구의 목적은 신경학적 관점에서 아동기 발달장애의 병인론을 이해하고자 하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 읽기장애, ADHD, 그리고 자폐 스펙트럼 장애에 관한 신경학적 연구를 고찰하였다. 읽기장애의 주요 결함은 음운처리문제이며, 읽기에 관여하는 중요한 뇌 영역은 좌측 상측두회와 좌측 방추상회 영역이다. 특히, 상측두회는 읽기과정에서 음운처리에 관여하며, 방추상회는 시각적인 자동적 읽기처리에 관여한다. 다음으로, ADHD의 하위 유형 중 ADHD 복합형과 주의력 결핍 우세형은 행동 특성과 신경학적 결함이 상당히 다르다. 복합형의 경우 우측 전전두 영역과 관련된 결함이 일관되게 보고되고 있는 반면, 주의력 결핍 우세형의 신경학적 기전에 대한 연구는 매우 부족하다. 자폐스펙트럼 장애의 언어 및 의사소통 문제는 좌측 측두엽 영역, 상측두회, 또는 브로카 영역의 결함 등으로 보고되고 있으나, 연구에 따라 일관된 결과는 보고되고 있지 않다. 사회적 상호작용의 문제는 방추상회, 안와전두 피질, 내측 전전두 피질, 그리고 편도체 영역과 관련되어 있을 가능성이 제기되고 있다. 마지막으로 본 연구의 의의 및 미래 연구 방향이 논의되었다.

---

주제어 : 읽기장애, ADHD, 자폐스펙트럼 장애

---

\* 본 연구는 학술진흥재단의 기초연구지원 인문사회 창의주제연구(1300129) 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

\*\* 교신저자(swahn@pusan.ac.kr)

## I. 서론

수세기 동안 대부분의 아동기 발달 장애는 부모의 잘못된 양육 방식이나 아동의 정서적 문제가 원인인 것으로 여겨져 왔다. 하지만 뇌과학의 발달과 더불어 많은 아동기 발달 장애가 미세한 뇌기능의 손상과 관련되어 있음이 입증되고 있다. 최근까지 신경학적 연구와 관련하여 가장 널리 연구되고 있는 아동기장애는 주의력 결핍 과잉행동장애(Attention Deficit Hyperactivity Disorder; ADHD), 학습장애(Learning Disability; LD), 그리고 자폐 스펙트럼 장애이다. ADHD는 가장 흔한 아동기 장애의 하나로, 유병율은 학령기 아동의 2-14%로 추정된다(Gaub & Carlson, 1997; Kadesjö & Gillberg, 2001). 학습장애 역시 학령기 아동의 5-15%에 해당한다(Taylor, 1976). 많은 학습장애 아동들은 정서적, 사회적으로 잘 적응하지 못하고 있으며(Rourke, 1988; Zimmerman & Allebrand 1965), 이런 어려움은 성인기까지 지속된다(Bryan, Donnhue & Pearl, 1981).

최근에는 각 장애와 관련된 뇌영역을 밝히고, 손상된 뇌영역에 맞는 치료적 개입을 통해 손상된 영역을 다시 활성화시키는 수준에 이를 정도로 신경학적 연구가 활기를 띠고 있다. 이와 같이 아동기장애와 관련된 뇌부위를 밝혀내는 것은 병인론적 연구로만 그치는 것이 아니라 이후 장애의 핵심적인 결함을 치료하는데까지 확장될 수 있는 중요한 작업이라 할 수 있겠다.

Silver(2004) 및 Pennington(1996)과 같은 학자들은 학습문제(Learning disorder)를 특정학습장애(Learning disability)보다 더 넓은 범위의 개념으로 정의하고 있다. 정의에 따르면, 학습문제(Learning disorder)란 발달적 특수 학습장애뿐만 아니라 정신지체에 기인된 낮은 학습능력으로 인하여 학습에 어려움을 보이는 학습지체 또는 환경, 정서 및 여러 원인으로 인해 야기된 학습지진도 포함된다. 반면, 특수 학습장애란 학업수행 능력이 나이, 지능, 그리고 교육 수준에 미치지 못하며, 특히, 학업수행 결함이 학업문제와 관련된 신경심리학적 처리결함과 관련되어 있는 것이다. 1970년대 이후 인지 신경심리학 분야가 활발해지면서, 아동학자들은 아동들이 보이는 대부분의 학습문제가 기본적으로 중추신경계의 역기능과 관련되어 있다고 가정한다. 이런 맥락에 따른 신경학적 모델은 아동들의 문제가 특정한 뇌영역이 손상된 뇌손상 집단과 유사하다는데 기초하여 학습문제에 대한 모델을 제시하였다.

신경학적 모델을 제공한 대표적인 예로 Pennington(1991)을 들 수 있다. Pennington(1991)은 학습문제와 관련된 뇌의 주요 기능들을 분류하고 학습장애의 진단과 분류를 위한 신경심리학적 개념들을 제안하였다. 그는 5가지 기능적 영역인 음운처리, 실행기능, 공간추론, 사회인지, 그리고 장기기억에 중점을 두었다. 표 1에는 5가지 기능적 영역과 뇌부위, 그리고 관련된 장애가 제시되어 있다.

<표 1> 뇌부위와 관련영역(Pennington, 1991)

기능	뇌 영역	관련 장애
음운 처리	편평측두	읽기장애
실행 기능	전전두엽	ADHD
공간 인지 기능	후측 우반구	특수 수학 장애
사회적 인지 기능	변연계, 안와 전두엽	자폐스펙트럼 장애
장기 기억	해마, 편도체	기억상실증

자세히 살펴보면, 좌반구 편평측두 영역은 음운처리, 전전두 영역은 실행기능, 내측 측두 영역인 해마와 편도체는 장기기억, 안와 전두엽 영역은 사회적 인지, 후측 우뇌는 사회적 인지와 공간추리에 중요한 역할을 한다. 이러한 초기의 신경학적 모델은 뇌과학의 발달과 더불어 더 세분화되고 수정되어 가고 있다. 앞서 기술한 바와 같이 ADHD, 학습장애, 그리고 자폐스펙트럼 장애는 동반장애의 비율도 높으며, 유아기부터 발달적으로 나타나는 심각한 장애이다. 따라서, 본문에서는 Pennington(1991)의 학습문제 분류 중 ADHD, 특정 학습장애, 자폐스펙트럼 장애에 중점을 두어, 각 장애의 특성과 주요 결함, 하위 유형, 그리고 신경학적 연구에 대해 살펴보겠다.

## II. 학습장애

### 1. 학습장애의 정의 및 유형

특정 학습장애는 구어나 문어를 이해하거나 사용하는데 포함되는 기본적 심리과정의 하나 또는 그 이상의 장애를 의미한다. 그것은 듣기, 생각하기, 말하기, 읽기, 쓰기, 철자 또는 산수의 불완전한 능력으로 나타날 수 있다. 특정 학습장애에는 시각장애, 청각장애, 운동장애, 정신지체, 정서장애 또는 환경적으로나 문화적으로나 경제적으로 불리한 조건 때문에 야기되는 학습문제를 가진 아동을 포함시키지 않는다. 대표적인 진단체계인 DSM-IV(1994)에 따르면, 학습 장애란 읽기, 산술, 쓰기를 평가하기 위해 개별적으로 시행된 표준화된 검사에서 나이, 학교 교육, 그리고 지능에 비해 기대되는 수준보다 성적이 현저하게 낮을 때로 정의된다. 이와같이 DSM-IV의 진단기준이 모호하기 때문에, 교육학자나 아동학자들은 아동의 나이를 고려하여 아동이 표준화된 읽기검사에서 또래 평균보다 1.5 내지 2 표준편차 아래에 해당하는 점수를 받을 때를 읽기장애 범위에 해당하는 기준으로 제시하고 있다. 또 다른 방법은 DSM-IV에서 처럼 아동의 전체 지능

지수와 읽기점수가 불일치할 경우 아동이 난독증 범위에 해당하는 것으로 본다. 학자들마다 지능과 읽기점수간의 차이를 비교하는 방법도 여러 가지로 제시하고 있으나, 이 방법 모두 타당도 면에서 어느정도 문제가 있는 것으로 보고되고 있다(Fletcher, Shaywitz, & Shankweiler, 1994; Stanovich, 1994). 따라서 학습장애에 기저하는 더욱 한정된 인지요인이나 신경학적 요인을 찾고자 하는 시도가 계속되고 있다.

DSM-IV(1994)에서는 학습장애의 하위 유형을 읽기장애, 산술장애, 쓰기장애로 구분하고 있으나 이는 개별적인 하위유형의 인지적 특성에 대한 정보를 제공해 주지 못한다는 단점을 지니고 있다. 초기에 Rourke(1978, 1988)는 읽기-쓰기-셈하기의 수행이 모두 문제되는 집단, 읽기-쓰기만이 문제되는 집단, 셈하기만이 문제되는 집단으로 분류하였다. 이후 Rourke(1988)는 다시 학습 장애 집단을 언어적 집단과 비언어적 집단으로 양분하였고, 언어적 유형이란 언어-청각과제에 어려움을 나타내는 집단으로, 지능 검사상 언어성 지능이 동작성 지능에 비하여 상대적인 저하를 나타낸다. 반면, 비언어적 유형은 촉각, 시각, 복잡한 정신운동 기술, 새로운 자극에 대한 탐색 능력 등에서 장애를 나타내는 집단으로, 지능검사상 동작성 검사의 상대적인 저하가 나타난다. 언어적 유형은 발달적 읽기장애 또는 난독증이라고 주로 알려져 있으며, 비언어적 유형은 Pennington이 언급한 수학장애 또는 Rourke가 언급한 비언어적 학습장애로 알려져 있다. 학습장애 중에서 읽기장애의 비율은 80%로 대다수를 차지하며, 본문에서는 대부분의 유병율을 보이는 발달적 읽기장애에 중점을 두어 기술하고자 한다.

## 2. 읽기장애의 주요 결함

초기에는 시각적 감별능력을 읽기장애의 중요한 예언요인으로 보았으나(Barrett, 1965), 이후 시지각 가설은 지지되지 못하였다. 시지각 가설을 주장한 Orton(1937)이나 Herman(1959)은 비언어적 과제를 수행할 때, 읽기장애 아동과 정상아동간에 수행의 차이를 발견하지 못하였다. 이후 언어적 요인이 개입될 때, 두 집단 간에 차이가 있으며, 특히, 음운론적 속성이 부가될 때, 두 집단 간의 수행차이가 두드러짐을 발견하였다(Vellutino, Scanlon, & Tanzman, 1994). 아동은 쓰여진 글자를 읽을 때, 인쇄된 철자를 발음으로 변형시켜야하며, 이렇게 하기위해서는 철자를 소리나는 음소로 바꾸어야 한다. 또한, 빠르고 자동적으로 그 부호를 사용할 수 있어야하며, 그렇게 해야 읽은 것의 의미에 집중할 수 있다(Liberman 1973, Liberman & Shankweiler 1979). 읽기장애 아동은 음운인식을 처리하는 것이 어렵기 때문에 더듬거리면서 서툴게 읽게 되고, 이로 인해 자동적으로 읽지 못하게 되며, 읽은 것을 이해하는 것이 어려워진다(Liberman, Shankweiler, Fischer & Carter 1974). 읽기와 쓰기는 같은 유형의 부호를 사용하기 때문에 매우 밀접하게 관련되어 있다. 즉 읽을 때는 철자를 음운표상으로 바꾸게 되고, 쓸 때는 음운표상을 철자로 바꾸게 된다. 요약하면, 읽기장애의 일차적인 주요 증상은 쓰여

져 있는 언어의 음운처리이며, 이 주요 증상 기저에 놓여있는 주요 결함은 음소분절의 문제이다.

### 3. 읽기장애의 신경학적 연구

언어발달과 관련되어 있는 뇌 영역의 구조 및 기능에서의 차이를 살펴본 연구에 따르면, 뇌의 두 영역이 발달적 읽기장애와 관련 있다는 일관된 증거를 보고하고 있다 (McCandliss & Noble, 2003). 첫 번째 영역은 상측두회(superior temporal gyrus) 영역이다. 상측두회 영역은 음운처리에 관여한다고 알려져 있으며(Price & Moore, 1997; Rumsey, Horwitz, & Donohue, 1997), 읽기장애 아동과 정상아동은 상측두회의 구조와 활성화에 차이를 보인다(Shaywitz, Shaywitz, & Puch, 2002).

두 번째 영역은 좌 후두-측두 선조의 시각체계(left occipito-temporal extrastriate visual system)이다. 이 영역은 능숙한 성인 독자가 시각단어를 인지하여 자동적으로 단어를 처리하는 기능과 관련되어 있다(Posner & McCandliss, 1999). 상측두회 영역과 좌 후두-측두 선조의 시각체계 영역은 정상적인 읽기발달 과정동안 상호작용한다. 두 영역과 관련된 기능 및 연구에 관해 좀 더 자세히 살펴보면, 먼저, 여러 연구자들은 뇌영상 기법을 사용하여, 정상 성인 독자의 경우 음운처리기능과 상측두회 구조간에 관련성이 있음을 밝혀냈다(Price & Moore, 1997; Rumsey, Horwitz, & Donohue, 1997). 이와 같은 연구결과가 읽기장애 아동에게도 적용되는지 살펴보기 위해 여러 학자들은 음운처리와 같은 인지결함이 상측두회 영역의 역기능과 관련 있는지를 연구하였다. 관련된 몇 가지 연구를 살펴보면, PET(Positron Emission Tomography)을 사용한 연구에서 Rumsey등은(1997) 정상아동의 경우 소리내어 읽기 과제를 수행하는 동안 좌측 상측두회 영역이 활성화됨을 관찰하였다. 하지만 연구결과 읽기장애 아동들은 정상아동과 달리 좌측 상측두회영역이 활성화되지 않았다. 마찬가지로 음운처리과제의 난이도를 점차 증가시키면서 뇌영역의 활성화를 측정한 연구(Shaywitz, Shaywitz, & Puch, 2002)에서도 음운처리의 난이도가 높아질수록 읽기장애 아동의 좌측 상측두회 영역은 과소 활성화 되었다. 음운처리 기능과 관련된 뇌영역 연구의 일관된 결과에 따르면, 읽기장애 아동들은 음운처리 과제를 수행할 때 좌측 상측두회 영역의 활성화가 감소된다.

두 번째는 좌 후두-측두 선조의 시각체계인 좌측 방추상회 영역(fusiform gyrus region)이다. 뇌영상 기법을 사용하거나 해부학을 사용한 연구에 따르면, 정상발달의 경우 이 영역은 능숙한 읽기발달과 관련있다(Rayner & Pollatsek, 1995). 능숙한 독자는 단어형태로 이루어진 철자들을 자동적으로 하나의 통합된 시각물로 통합한다. 즉, 시각 단어를 빠르고 자동적으로 인식하는 능력은 좌측 방추상회 영역에서 관여한다. 좌측 상측두회 영역과 좌측 방추상회 영역의 관련성을 살펴보면, 음운처리 능력의 개인차는 이후 단어를 자동적으로 읽는 능력의 발달에 영향을 미친다(McCandliss & Cohen, &

Dehaene, 2003). 시각 단어 형태 처리가 좌측 방추상회 영역과 관련되어 있음이 증명되면서 왜 읽기장애 아동들이 시각단어를 빠르게 인식하는데 문제를 보이는지도 설명되고 있다. 뇌영상 기법을 사용한 많은 연구들은 읽기장애 집단이 읽기과제를 하는 동안 좌측 방추상회 영역이 과소 활성화된다는 사실을 발견하였다(Paulesu & Demonet, 2001). 특히, 여러 연구들에 따르면, 읽기장애 집단과 정상인 집단을 비교해 보았을 때, 두 집단은 좌측 상측두회 영역보다는 좌측 방추상회 영역의 활성화에서 더 큰 차이를 보였다. 이와 같은 결과는 읽기과제를 수행하는 동안 좌측 상측두회 영역보다는 좌측 방추상회 영역이 읽기장애 집단과 정상 집단간의 수행차이를 더 많이 설명하고 있음을 시사한다.

여러 연구에 따르면, 읽기장애의 두드러진 신경학적 특징은 좌측 상측두회 영역과 방추상회 영역의 결함이다. 하지만 읽기 발달 단계 동안에 이 두 영역이 어떻게 관련되는지는 더욱 연구되어야 할 부분이다. 발달적인 관점에서 보면, 음운 처리에서의 어려움은 철자-음소의 해호화 문제와 직접적으로 관련된다. 좌측 상측두회 영역의 기능적 결함은 철자-음소 해호화를 하는데 중요한 음운처리 기술에 문제를 야기시킬 수 있다. 정상적으로 발달하는 아동의 경우, 해호화 기술을 잘 습득하면 글자의 철자-음소 규칙에 주의를 기울일 수 있게 되며, 점차 시각 단어 형태 영역의 반응속성이 더 전문화된다. 읽기 발달의 초기에 보이는 사소한 해호화 능력의 차이는 시각 단어 형태 영역의 전문화에 점차 영향을 미치게 되고, 쓰여진 글자에 자동적으로 규칙을 적용하는 어려움으로 이어지게 된다(Shaywitz, Shaywitz, & Puch, 2002).

좀 더 최근에 제안되고 있는 접근은 정상적인 독자와 읽기장애 독자는 피질영역의 상호작용 방식에서 차이가 있다고 본다(Horwitz, Rumsey, Donohue, 1998). 정상적인 독자의 경우, 좌측 각회 영역이 활성화되면 좌측 후측 상측두회 영역과 좌측 하 전두엽 영역, 그리고 후두엽과 측두엽의 시각영역 모두 밀접하게 연관되어 활성화된다. 반면, 읽기장애 독자의 경우 각회의 활성화는 다른 영역의 활성화로 연결되지 못한다. 즉, 이런 접근은 읽기장애 독자의 경우 각회, 상측두회, 시각처리 영역간의 기능적 연결이 부적절하다고 제안하고 있다.

### III. ADHD

#### 1. ADHD의 정의 및 진단 변화

ADHD란 동등한 발달 수준에 있는 아동들에 비해 더 빈번하고 더 심하고 더 지속적으로 부주의와 과잉행동/충동성을 나타내는 것을 말한다. 과잉행동/충동성 및 부주의 증

상은 7세 이전에 발생되어야 하며, 사회적, 학업적, 직업적인 면에서 발달적 손상을 야기한다(DSM-IV, 1994).

ADHD는 여러차례 재개념화되어져 왔다. DSM-III(1980)에서는 과잉행동이 있는 주의력 결핍 장애와 과잉행동이 없는 주의력 결핍 장애의 두 가지 하위 유형으로 구분하였다. DSM-III R의 출판이후, ADHD에 대한 다차원적 접근의 타당함을 지지하는 증거들이 모아졌다. 요인분석 연구들은 ADHD 증상들이 두 개의 요인으로 군집될 수 있음을 발견했다(Lathey, Carlson & Frick, 1997). DSM-IV로 개정되면서 더 많은 연구결과가 산출되었다. 현재 ADHD는 3개의 범주, 즉, ADHD 충동 우세형, ADHD 주의력 결핍 우세형, ADHD 복합형으로 나누어진다. 이중 과잉행동/충동 우세형은 어린 나이에 나타나며, 복합형의 발달적인 전조일수 있고(Barkley, 1997), 이전의 ADHD 진단범주에 거의 부합되는 바가 없으며, 경험되는 지지가 없다는 주장이 높다(Lathey, Carlson & Frick, 1997).

## 2. 하위 유형별 행동 특성

주의력 결핍 우세형과 복합형은 나타나는 행동특성에서 두드러진 차이를 보인다. 복합형은 산만함과 부주의한 과제처리(sloppy work)가 특징인 반면, 주의력 결핍 우세형은 과소각성, 쉽게 피곤해 하는 것, 저활동이 특징이다(Hartman, Willcutt, Rhee, & Pennington, 2004; Lathey Carlson, Frick, 1997; Stanford, & Hynd, 1994). Lathey, Schaugency, Frame, 그리고 Strauss (1985)는 주의력 결핍 우세형 아동이 보이는 주의 특성을 느린 인지적 템포(sluggish cognitive tempo; SCT)라고 명명하였다. 느린 인지적 템포란 느린 정보처리, 게을러 보이는 듯한 느린 행동, 무기력해 보이는 것, 백일몽, 낮은 수준의 각성, 비활동성, 그리고 수동성을 말한다(Lathey 등, 1985; Lathey 등, 1987). 교사의 평정을 토대로 한 연구에서도 복합형 아동들은 무책임, 산만함, 충동적, 부주의, 생각하지 않고 답하기 등의 문항에서, 주의력결핍 우세형 아동들은 게으르다, 느리다의 문항에서 높게 평정되었다(Lathey 등, 1985).

이명주의 연구(2006)에서도 복합형과 주의력 결핍 우세형을 구분하여 부주의, 느린 인지적 템포 특성을 비교하였다. 연구결과, 복합형이 주의력 결핍 우세형에 비해 기존의 DSM-IV 에 제시되어 있는 ADHD 증상인 과잉행동/충동성 증상과 부주의 증상 모두에서 더 어려움을 보였다. 이러한 결과는 기존의 DSM-IV에 제시되어 있는 ADHD 증상 목록만으로는 주의력 결핍 우세형이 복합형에 비해 더 문제가 되는 점이 무엇인지 설명해 주지 못하고 있음을 시사한다. 하지만 기존의 DSM-IV증상에 SCT요인 목록을 함께 재분석할 경우 복합형은 과잉행동/지속적 부주의와 충동성에서, 주의력 결핍 우세형은 느린 인지적 템포/과소각성 부주의에서 두드러진 문제가 있음을 간명하게 볼 수 있었다. 이 연구에서 주목할 만한 결과는 주의력 결핍 우세형 아동이 느린 인지적 템포에서 복

합형 아동이나 정상아동에 비해 더 많은 문제를 보였다는 점이다. 이러한 결과는 느린 인지적 템포가 주의력 결핍 우세형의 주요 문제임을 확증해 주고 있다. 종합해서 보면, 복합형의 경우 과잉행동/충동성과 지속적 부주의가 두드러진 행동특성이고, 주의력 결핍 우세형의 경우 느린 인지적 템포가 두드러진 행동특성이다. 이와 같이, 기존의 연구결과에 따르면 ADHD 복합형과 주의력 결핍 우세형은 매우 상이한 행동특성을 보인다.

### 3. 주요 결함과 기저하는 신경학적 문제

#### 1) 복합형의 결함과 기저하는 신경학적 문제

ADHD에 대한 실행기능 가설에 따르면(Barkley, 1997; Douglas, 1999; Pennington & Ozonoff, 1996) ADHD 아동은 실행기능의 하위 영역 중 제지능력에서 두드러진 문제를 보인다. 실행기능은 제지능력, 전환능력, 작업기억의 세 요인으로 나누어 진다(이명주, 홍창희, 2006). 반응제지는 우세한 반응을 제지하는 능력이며, 주로 우세한 행동을 억제하는 능력으로 정의된다(Nigg, 2001). 전환능력이란 주의를 전환하거나 과제를 전환해서 수행하는 능력이다(Norman & Shallice, 1986). 마지막으로, 작업기억이란 정보를 표상하고, 최신화하면서 동시에 모니터링하는 능력과 밀접히 관련되어 있다(Lehto, 1996). Steven, Quittner, Zuckerman, 그리고 Moore(2002)는 행동제지, 조절능력, 그리고 작업기억에서의 수행을 비교하였다. 연구결과, ADHD 아동은 행동제지에서만 유의한 손상을 보였다. 취학 전이나 학령기의 ADHD 아동들을 대상으로 ADHD 증상과 계획능력, 제지통제능력, 전환능력과의 관계를 살펴본 연구(Hughes, White, Sharpen & Dunn, 2000; Sonuga-Barke, Dalen, Daley & Remington, 2002)에서도, 지능과 나이를 통제했을 때 ADHD 증상은 유일하게 제지능력과 유의한 상관을 보였다. 이명주, 김귀애, 홍창희, 김상엽(2004) 또한 ADHD 아동의 제지통제, 작업기억, 계획능력을 정상아동과 비교했다. 연구결과, 지능과 나이를 통제했을 때 ADHD 아동은 제지통제 능력에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 제지통제 능력이 ADHD의 핵심결함을 시사한다.

최근 뇌과학의 발달과 더불어 fMRI 및 PET을 사용하여 ADHD의 뇌병변을 살펴본 연구가 늘어나고 있다. 먼저, 뇌영상검사(neuroimaging) 결과에 기초한 여러 연구들(Casey, Castellanos, Giedd, Marsh, Hamburger, Schubert, Vauss, Vaituzis, Dickstein, Sarfatti, Rapoport, 1997; Filipek, 1999)은 ADHD의 주요 결함은 실행기능과 관련된 전두-선조체 회로에서의 결함에 있다고 보고하고 있다. 대뇌혈류 검사에서 ADHD아동은 일관되게 전전두엽 영역과 연결된 통로에 혈류가 감소되어 있었다(Lou, Henriksen, Bruhn, Borney, & Nielsen, 1989). 또한 ADHD 아동이 보이는 증상은 전전두 피질이 손상된 환자의 증상과 유사하다(Benton, 1991). 이러한 결과는 ADHD가 전두엽 기능의 결함과 관련이 있을 가능성을 시사하고 있다.

MRI(Magnetic Resonance Image)를 사용하여 ADHD와 정상아동의 해부학적 차이를 살펴본 연구결과들은 다음과 같다. 우선 정상인의 경우 우측 대뇌 특히, 우측 전두피질이 좌측에 비해 유의하게 크다. 이와 같은 정상적 뇌의 비대칭성이 ADHD 아동에게는 감소되어 있으며, 이는 우측 전전두 영역이 유의하게 감소되어 있기 때문이다(Castellanos, Giedd, Marsh, Hamburger, Vaituzis, & Dickstein, 1996). 이후의 연구에서도 ADHD아동 및 청소년의 우측 상 전두영역의 크기가 정상아동에 비해 작다는 결과가 지지되었다. 특히, 우측 전전두 피질의 크기는 제지통제과제의 수행점수와 높은 상관을 보였다(Yeo, 2003). 더 최근에 Sowell 등(2003)은 ADHD아동 및 청소년이 정상집단에 비해 우측 전전두 피질 뿐만 아니라 양측 전전두 피질의 크기가 감소되어 있음을 보고하기도 하였다.

fMRI를 사용하여 뇌활성화를 측정한 연구에서도 ADHD집단이 정상집단에 비해 멈춤 과제 및 고노고 과제(go no go test)와 같은 제지과제를 수행하는 동안 우측 전전두 피질이 과소활성화 됨을 관찰하였다(Rubia, 1999). 연구들 마다 우측 전전두 피질에서만 과소활성화가 측정되었는지, 양측 전전두 피질 모두에서 과소 활성화가 측정되었는지(Vaidya, 1998)에 관해서는 약간의 불일치가 있기는 하지만 ADHD집단이 전전두 피질의 병변과 관련되어 있다는 사실에는 거의 일관된 지지를 하고 있다.

정상아동, ADHD 복합형 아동, 그리고 주의력 결핍 우세형 아동의 EEG를 비교한 연구(Clarke, Barry, McCarthy, & Selikowitz, 2001)에서, 복합형과는 달리 주의력 결핍 우세형은 전두엽 영역에서 활성화 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 전두엽의 역기능 즉 실행기능 결함이 주로 복합형과 관련 있음을 시사한다. 반면 주의력 결핍 우세형의 핵심 결함에 대한 연구는 초기 단계여서 아직 이렇다 할 가설이 제안되지 않고 있다.

## 2) 주의력 결핍 우세형의 결함과 기저하는 신경학적 문제

ADHD의 행동 통제 문제를 주로 설명하는 실행기능 가설과 달리, ADHD가 보이는 주의력 결핍 및 과소 각성이 우측 두정엽이 손상된 환자가 보이는 증상과 유사하다는 관찰에서 우측 두정엽 이론이 도입되었다(Mesulam, 1981; Voeller, 1991). PET이나 MRI, fMRI 등의 신경학적 검사와 신경심리 평가 결과 우측 두정엽이 공간이동 주의과제에서 활성화된다는 점으로 미루어 볼 때 정향주의망은 두정엽의 기능과 관련 있어 보인다. 정향 주의망에서, 정향이란 사람이 눈을 움직여 표적이 있는 위치로 주의를 돌리는 것을 말한다. 사람들은 때때로 눈을 움직이지 않고도 주의를 이동시킬 수 있는데 이를 내적 정향(covert orientation)이라 부른다. 정향 주의는 세 가지 주요 과정 즉, 몰입(engage), 이탈(disengage), 이동(shift)으로 이루어져 있다고 가정되고 있다. 우리가 표적에 주의를 주면, 주의를 그 표적이 있는 위치에 몰입(engage)된다. 주의를 다른 위치에 주려면, 현재 주위가 주어진 위치에서 이탈시킨 다음 새 위치로 이동시켜야 한다.

Posner와 Peterson(1990) 또한 정향 주의 기능 센터에 속하는 두정엽이 주의이탈에 관여한다고 보았다. 주의력 결핍 및 과소각성은 ADHD 주의력 결핍 우세형의 특성이므로, 우측 두정엽이 손상된 환자들이 ADHD 주의력 결핍 우세형과 유사한 증상을 보인다고 볼 수 있으며, 따라서 ADHD 주의력 결핍 우세형의 주요 결함을 밝히기 위해 정향 주의에서의 기능을 검토해 볼 필요가 있다. 이명주와 홍창희의 연구(2006)에서 시공간 정향 주의 과제를 사용하여, 이동과 이탈에서의 하위 유형별 차이를 비교한 결과, 시공간 정향 주의 과제에서 주의력 결핍 우세형은 복합형과 정상아동에 비해서 반응시간이 느렸다. 특히, 우측 시각장과 좌측 시각장을 비교해 보았을 때, 주의력 결핍 우세형은 좌측 시각장에 자극이 제시되었을 경우 주의를 이동하는데 더 어려움을 보였다. 이는 주의력 결핍 우세형 아동이 주의의 이동과 이탈에 어려움이 있으며, 특히, 좌측 시각장에 자극이 제시되었을 때 이러한 어려움이 가중됨을 시사된다. 이러한 결과는 주의력 결핍 우세형은 정상아동이나 복합형에 비해서 공간 이동 주의 과제에서 더 어려움을 보이며, 공간 이동 주의 결함이 주의력 결핍 우세형의 핵심 결함을 시사한다.

진선영, 이명주, 홍창희(2007 게재예정)의 연구에서는 복합형과 주의력 결핍 우세형을 명확히 감별해 주는 요인을 알아보기 위해 판별분석을 실시하였다. 진선영 등(2007 게재예정)은 복합형의 평가에 유용한 검사와 함께 주의력 결핍 우세형의 평가에 유용할 것으로 여겨지는 굵은 인지적 템포를 포함한 행동평정 척도와 정향 주의 검사를 함께 사용하여, 검사들의 진단적 변별력과 교차 타당화를 위해 새로운 표본을 선별하고, 판별분석 연구에서 산출된 판별함수를 적용하여, 진단 도구의 유용성을 확인하였다. 판별 연구에서, 행동평정 척도와 주의 과제를 이용한 세 집단의 진단 정확율이 93.8%로 높게 나타났다. 정상아동을 정상아동으로 판별하는 정확율이 100%로 매우 높은 수준이었고, 복합형과 주의력 결핍 우세형을 판별하는 정확율도 각각 83.7%, 97.6%로 비교적 높게 나타났다. 이러한 결과는 교차 타당화 연구에서도 지지되었는데, 세 집단에 대한 판별율이 86.15%였고, 정상아동의 판별율은 82.6%, 복합형은 86.96%, 주의력 결핍 우세형은 89.47%로 비교적 높게 나타났다. 이는 하위 유형의 특성을 반영한 행동평정 척도와 주의 과제가 정상아동과 ADHD 하위 유형을 변별하는데 유용하다는 것을 시사한다. 선행 연구들(김지혜 등, 2001; Hale 등, 2001; Vaughn 등, 1997)에서 Conners 평정척도, CBCL, KPI-C 같은 평가도구들을 이용한 주의력 결핍 우세형의 판별율은 47%, 56.3%, 27.3%로 낮았다. 굵은 인지적 템포를 포함한 행동평정 척도와 실행기능 검사 및 정향 주의 검사가 복합형 뿐 아니라 주의력 결핍 우세형을 변별하는데 매우 유용한 것으로 보인다. 판별 분석에서 2개의 함수가 도출되었으며, 정상아동과 ADHD는 과잉행동/충동성 요인을 특성으로 하는 함수 1에 의해 가장 잘 변별되었다. ADHD 복합형과 주의력 결핍 우세형은 함수 2에 의해 잘 구분되었고, 굵은 인지적 템포, 오경보 오류수, 좌측 가까운 조건, 좌측 먼 조건이 두 집단의 구분에 중요한 요인이었다. 함수 2는 ADHD 하위 유형의 구분에 유용한 함수인데, 함수2에 높게 상관된 예측변인에는 본 연구에서 새

로이 제시한 굵은 인지적 템포와 정향주의 검사의 변인을 포함하고 있다. 이는 ADHD 하위 유형을 구분하는데 있어 DSM-IV의 과잉행동/충동성 기준보다는 굵은 인지적 템포와 정향주의 검사가 유용함을 시사한다.

주의력 결핍 우세형의 신경심리학적 기전을 밝히고자 하는 연구가 아직 초기단계에 머물러 있는 것과 마찬가지로 주의력 결핍 우세형의 신경학적 병변을 밝히고자하는 연구 역시 거의 이루어지지 않고 있다.

## IV. 자폐스펙트럼 장애

### 1. 자폐스펙트럼 장애의 정의 및 특징

자폐증은 지각, 언어, 인지 장애뿐만 아니라 사회, 정서적인 발달 전반에 걸쳐 복합적인 장애를 나타내는 증후군이다(Baron-Cohen, 1987). 1944년 Kanner에 의해 처음 보고된 자폐증은 관계형성의 어려움과 극심한 자폐적 고립, 언어와 의사소통의 문제, 그리고 상동증적 행동문제를 보인다. 자폐증의 증상과 특징은 개인에 따라서 차이가 많이 나고, 증상의 심도 면에서도 차이가 크기 때문에 자폐 스펙트럼 장애(autism spectrum disorder)라는 용어가 많이 사용된다. 자폐증은 사회적 상호작용 및 의사소통에서의 손상과 함께 제한된 양상의 행동과 관심을 보이는 만성적인 발달 장애이다.

자폐증의 원인은 아직까지 완전히 알려지지 않았으나, 과거에는 그 원인을 부모의 양육과 같은 환경요인에 초점을 두었다. 그러나 이러한 부모의 부적절한 양육이 자폐의 원인이라는 이론은 많은 연구결과 그 타당성이 입증되지 못하였다. 최근 들어 자폐장애에 관한 대부분의 연구는 신경학적 병변을 자폐증의 근본원인으로 고려하면서 활발하게 진행되고 있다.

### 2. 자폐스펙트럼 장애에 기저하는 신경학적 문제

자폐증의 증상이 사회적 상호작용 및 의사소통에서의 어려움, 제한적이 반복적인 행동과 관심 등으로 다양하기 때문에 관련된 신경학적 손상 역시 넓게 분포되어 있을 가능성이 높다. 하지만 자폐증을 뇌의 모든 영역이 손상되어 있는 일반적인 뇌기능장애라고 치부해 버리는 것 또한 잘못된 판단일 것이다(Schultz & Robins, 2005).

뇌 영상 기법이 발달하면서 자폐증과 관련된 신경학적 결함을 찾고자 하는 연구 또한 활기를 띠고 있다. 하지만 다른 아동기 장애의 신경학적 연구와는 달리, 자폐증과 관련된 신경학적 연구는 대개 자폐증이 보이는 증상별로 구분하여 이루어지고 있다. 이는

앞서 기술한 바와 같이 이러한 추세는 자폐증이 보이는 증상이 다양하기 때문에 각각의 증상에 따라 관련되는 뇌영역이 다를 것이라는 것을 가정하고 있기 때문으로 여겨진다. 크게 세부분으로 나누어서 살펴보면, 첫째는 자폐증의 주요 결함이 언어 및 의사소통의 역기능과 관련되어 있다고 가정하고 있다. 따라서, 이 분야의 연구는 의사소통 및 언어와 관련된 뇌영역의 병변을 찾고자 하는 신경학적 연구로 이루어지고 있으나, 다른 증상관련 연구보다는 일관된 결과가 부족한 편이다(Boddaert, 2003; Herbert, Harris, Adrien, Ziegler, Makris, & Kennedy, 2002; Just, Cherkassky, Keller & Minshew, 2004). 둘째는 사회적 상호작용의 문제를 주요 결함으로 가정하고 관련된 뇌영역의 병변을 찾고자 하는 연구들이다. 사회적 상호작용의 문제는 다시 사회적 지각 처리의 문제와 사회적 인지처리 문제로 나누어 연구되고 있다. 최근에 뇌영상 기법을 사용한 많은 연구들이 사회적 상호작용의 문제와 관련된 뇌 병변을 찾고자 시도되고 있으며, 대체적으로 일관된 연구결과를 제시하고 있다(Aylward, Bernier, Field, Grimme, & Dawson, 2004; Curby, Schyns, Gosselin, & Guthier, 2003; Hall, Szechtman, & Nahmias, 2003; Schultz & Gauthier, 2000). 마지막은 상동증적 행동을 주요 결함으로 가정하고 관련 영역을 찾고자 하는 연구들이다. 이 부분의 신경학적 연구들은 앞서 기술한 두 부분의 연구에 비해 매우 부족하고 특히, fMRI를 사용한 연구는 거의 없으므로 본문에서는 언어적인 결함과 사회적 상호작용 결함과 관련한 신경학적 연구에 대해 살펴보고자 한다.

먼저, 자폐증의 언어 및 의사소통 문제와 관련하여 뇌영상 기법을 활용한 연구를 살펴보면, PET이나 fMRI를 활용한 연구 결과, 자폐 스펙트럼 장애에 해당하는 집단은 정상집단에 비해 언어영역을 담당하는 좌측 측두엽 영역에 결함을 보였고, 언어관련 뇌영역에서 정상인과 달리 좌우 역 비대칭 양상을 보였다(Boddaert, Belin, Chabane, Poline, Barthelemy, & Mouren-Simeoni, 2003; Herbert, 2002). 하지만 더 최근에 이루어진 연구(Gervais, Belin, Boddaert, Leboyer, Coez, & Sfaello, 2004)에서는 자폐집단이 사람의 목소리와 같은 사회적인 청각 정보를 처리할 경우에 한해서만 상측두회 활성화에서 정상집단과 차이를 보인다는 결과를 제시하였다. 또한 자폐집단과 정상집단간의 상측두회 활성화 차이가 자폐증의 증상을 반영하기 보다는 전체지능지수에서의 차이와 관련되어 있을 가능성도 제시하고 있다. 또 다른 연구(Just, Cherkassky, Keller & Minshew, 2004)에서는 자폐집단의 베르니케 영역과 브로카 영역의 활성화 차이를 비교하였다. 그 결과 자폐집단은 베르니케 영역이 더 많이 활성화 되는 반면, 브로카 영역은 덜 활성화 되는 경향이 관찰되었고, 이는 자폐집단이 각 단어의 의미를 더 많이 분석하는 경향이 있으나, 각 단어를 하나의 일관된 개념으로 통합하지 못함을 시사한다. 하지만 다른 연구에서는 이런 활성화 차이가 관찰되지 않았으며, 일관된 결과를 보고하고 있지 않다.

다음, 사회적 상호작용 문제와 관련된 연구는 사회적 지각과 관련된 부분과 사회적 인지와 관련된 부분으로 나누어 볼 수 있다. DSM-IV의 진단기준에 따르면, 자폐증은

여러 영역에서의 사회적 결함을 포함한다. 예를 들면, 자신의 발달 수준에 맞는 또래관계 발달의 실패, 나쁜 시선접촉, 대화시 비정상적인 정서톤, 사회적 상호작용을 위해 적절한 얼굴표정이나 제스처어를 사용하는 것의 부족, 그리고 자발적으로 자신의 흥미나 관심거리를 공유하고자 하지 않음 등이다. 이와 같은 부적절한 사회적 행동은 얼굴표정을 잘 읽지 못하는 것과 같은 사회적 지각의 결함 때문이거나 마음이론이나 다른 사람의 입장을 고려하지 못하는 사회적 인지의 결함 때문일 수 있다.

좌측 측두엽의 아래쪽 중간에 위치한 작은 부위인 방추상회(amygdala)는 얼굴지각에 관여한다(Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997; Kanwisher & Wojciulik, 2000). fMRI를 사용한 연구에서 얼굴지각 과제를 시행하는 동안 우측 방추상회영역이 활성화됨이 관찰되었다. 자폐증 집단이 얼굴지각 과제를 시행하는 동안 뇌영상을 촬영한 결과, 자폐집단은 정상집단에 비해 방추상회 영역이 과소 활성화됨이 관찰되었으며, 이러한 결과는 이후 연구에서도 일관되게 지지되었다(Aylward, Bernier, Field, Grimme, & Dawson, 2004; Schultz, Gauthier, 2000).

사회적 인지를 담당하는 영역은 전두엽, 측두엽, 변연계 등 매우 광범위하다. 그 중에서도 사회적 지각에 중요한 역할을 담당하는 것으로 증명된 방추상회 영역이 사회적 인지에도 관여한다는 사실이 증명되었다. 예를 들면, 얼굴자극은 제시되지 않는 시각적인 마음이론 과제를 수행하면서 사회적 판단을 하도록 하였을 경우에도 방추상회 영역이 활성화되었다(Castelli, Happe, Frith, & Frith, 2000; Martin & Weisberg, 2003). 따라서 방추상회 영역은 사회적 지각 뿐만 아니라 사회적 의미 지식을 부호화하고 저장하는 기능을 담당하는 것으로 보인다. 앞서 기술한 뇌영상기법을 활용한 연구결과에서 볼 수 있듯이 자폐집단은 방추상회 영역이 과소활성화되었다. 이는 자폐집단이 사회적 지각 결함뿐만 아니라 사회적 인지도 손상되어 있을 가능성을 시사한다. 방추상회 영역뿐만 아니라 안와 전전두 피질 영역과 내측 전전두 피질 영역도 사회적 인지 기능에 관여한다. 안와 전전두 피질 영역과 내측 전전두 피질 영역이 손상된 유인원 연구에서도 손상된 유인원들이 사회적 입지를 상실하고, 비정상적인 사회적 책임 양상을 보였다(Bachevalier & Mishkin, 1986). 또한 안와 전전두 피질 영역과 내측 전전두 피질 영역이 손상된 환자 역시 마음이론 과제 수행시 결함을 보였다(Stone, Baron-Cohen, & Knight, 1998).

마지막으로 자폐증의 정신병리를 가장 특징적으로 설명해 주는 뇌영역은 편도체이다. 편도체는 안와 전전두 피질 영역과 내측 전전두 피질 영역뿐만 아니라 측두 피질 영역과 상호 연결되어 있다. 따라서 편도체는 지각피질에 저장되어 있는 자료의 정서적인 중요성을 해석하고 모듈 할뿐 만아니라 전두피질에서 의사결정을 하도록 인지와 정서를 통합하는 것을 도와준다(Adolphs, 2003; Hoffman & Haxby, 2000). 편도체가 손상되었을 경우, 얼굴표정 인식, 사회적 실수 탐색, 사회적 의도 판단 등에 심각한 문제가 야기된다(Adolphs, 2003; Ledox, 1996; Stone, Baron-Cohen, Young, Calder, & Keane,

2003). 많은 최근 연구들에 따르면 얼굴인식 과제 및 마음이론 과제를 수행하는 동안 자폐집단은 편도체 영역에서 과소활성화를 나타냈다(Baron-Cohen, Ring, Bullmore, Wheelwright, Ashwin, & Williams 1999; Castelli, Frith, Happe, & Frith, 2002).

#### IV. 결론 및 제언

읽기장애와 ADHD는 학령기의 아동에게 매우 부정적인 영향을 미치며, 자폐 스펙트럼 장애 역시 아동뿐만 아니라 장애아동을 양육하는 부모의 정신건강에까지 지속적으로 심한 스트레스를 야기한다. 다양한 분야의 아동 전문가들은 아동기 발달장애를 겪는 아동을 돕기 위해 많은 연구와 여러 가지 치료적 접근을 시도해 왔다. 최근, 뇌과학의 발달에 힘입어 과거에 미소뇌기능 손상이라고 여겨져 왔던 읽기장애와 ADHD, 그리고 자폐스펙트럼 장애와 관련된 뇌영역이 밝혀지고 있다. 관련 뇌영역에 대해서는 연구마다 대체로 일관된 결과를 보고하고 있기도 하지만, 여전히 불일치하는 결과가 보고되고 있기도 하고, 특히 ADHD 주의력 결핍 우세형과 같은 몇몇 아동기 장애에 대해서는 신경학적 연구가 매우 부족한 실정이다. Simos 등(2002)은 아동기 장애와 관련된 뇌부위의 연구결과를 효과적으로 활용하여, 치료개입을 통한 성공적인 결과를 보고하고 있다. 이렇듯, 아동기 장애와 관련한 신경학적 연구는 이제까지 아동에게 부정적인 영향을 미쳐 왔던 발달 장애를 치료하는데 있어 새로운 희망을 던져줄 수 있는 분야이다. 따라서 본 연구에서는 읽기장애, ADHD, 그리고 자폐스펙트럼 장애를 중심으로 각 장애의 특징과 관련한 신경학적 연구를 고찰해 보았다.

먼저, 읽기장애에 관한 많은 연구들은 읽기장애의 주요 결함이 음운처리 문제임을 일관되게 보고하고 있다. 현재까지 가장 영향력 있는 주장은 읽기에 관여하는 중요한 뇌영역이 좌측 상측두회와 좌측 방추상회 영역이라고 제시하고 있다. 특히, 상측두회는 읽기과정에서 음운처리에 관여하며, 방추상회는 시각적인 자동적 읽기처리에 관여한다. 뇌영상 기법을 활용한 연구결과, 읽기장애 아동들은 좌측 상측두회 영역과 좌측 방추상회 영역에서 활성화의 감소를 보였다. 이러한 결과는 읽기장애 아동의 주요 결함이 좌측 상측두회 영역과 좌측 방추상회 영역과 관련되어 있음을 시사한다.

둘째, ADHD는 세 가지 하위 유형으로 구분되며, 그 중 ADHD 복합형과 주의력 결핍 우세형은 신경학적 문제 및 주요 결함이 상당히 다르다. 그럼에도 불구하고 대부분의 연구는 복합형에 중점을 두고 있으며, 주의력 결핍 우세형을 고려하지 않는 경우가 많다. 주의력 결핍 우세형 역시 일반 지역사회에서 유병율이 높으며, 방치할 경우 정서적인 문제와 행동적인 문제로 발전할 가능성은 상당하다. 복합형의 경우 우측 전전두 영역과 관련된 결함이 일관되게 보고되고 있는 반면, 주의력 결핍 우세형의 신경학적 기

전에 대한 연구는 매우 부족하다. 따라서 주의 과제 수행의 어려움과 PET 및 fMRI와 같은 신경학적 검사를 통한 신경학적 부위와의 관련성 연구 또한 ADHD 하위 유형의 병인론에 대한 상당한 설명을 해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 자폐스펙트럼 장애는 의사소통에서의 어려움, 제한적인 반복적인 행동과 관심, 그리고 사회적 상호작용의 어려움 등과 같이 다양한 증상을 나타낸다. 자폐 스펙트럼장애와 관련한 신경학적 연구는 대개 자폐증이 나타내는 증상별로 구분하여 이루어지고 있다. 자폐아동이 보이는 언어 및 의사소통의 문제는 좌측 측두엽 영역, 상측두회, 또는 브로카 영역의 결함 등으로 보고되고 있으나, 연구에 따라 일관된 결과는 보고되고 있지 않다. 자폐아동이 보이는 사회적 상호작용의 문제는 매우 다양한 영역과 관련되어 연구되고 있다. 특히, 방추상회, 안와전두 피질, 내측 전전두 피질, 그리고 편도체 영역의 손상이 자폐증의 사회적 상호작용과 관련되어 있을 가능성이 제기되고 있다. 하지만 자폐스펙트럼 장애 아동들이 보이는 증상 영역이 다양하므로, 이 분야의 연구는 매우 광범위 하게 이루어져야 할 것으로 보인다.

끝으로 본 연구는 읽기장애, ADHD, 그리고 자폐스펙트럼 장애의 신경학적 병인론에 대한 연구에 초점을 두어 고찰하였다. 하지만 이외의 아동기 장애도 최근에는 신경학과 관련하여 활발하게 이루어지고 있으며, 이 역시 매우 필요한 부분이다. 또한 아동기 장애의 신경학적 병인론 연구를 확장하여 치료적 접근으로 까지 이끌어 나갈 수 있는 작업도 필요할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- 남기춘, 김동휘(2002). 인간 언어정보처리와 관련된 대뇌 영역. **한국심리학회지: 실험 및 인지**, 14(4), 291-308.
- 김지혜, 소유경, 정유숙, 이임순, 홍성도(2000). 주의력 결핍/과잉운동 장애(ADHD) 아동의 진단도구로서 부모용 행동 평가지의 타당도 연구. **소아.청소년 정신의학**, 11(2), 282-289.
- 이명주, 김귀애, 김상엽, 홍창희 (2004). 주의력 결핍 과잉행동 장애 아동의 억제능력, 계획능력, 그리고 작업기억 능력. **소아청소년정신의학**, 15, 82-90.
- 이명주, 홍창희 (2006). 실행기능의 차원과 영역별 발달. **한국심리학회지: 임상**, 25(2), 587-602.
- 이명주, 홍창희 (2006). 주의력 결핍 과잉행동장애의 하위 유형별 인지적 템포와 부주의 특성 비교. **한국심리학회지: 발달**, 19(1), 89-103.
- 이명주, 홍창희 (2006). 주의력 결핍 과잉행동장애의 하위 유형별 주의기제. **한국심리학회지: 임상**, 25(4),
- 진선영, 이명주, 홍창희 (2007 게재예정). ADHD 하위 유형의 평가에서 굵은 인지적 템포와 주의과제의 진단적 유용성. **한국심리학회지: 임상**.
- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Review*, 4, 165-178.

- American Psychiatric Association. (1987). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, (3rd Ed.)*. Washington, DC, American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders(4th Ed.)*. Washington, DC. *American Psychiatric Association*.
- Aylward, E., Bernier, R., Field, K., Grimme, A., & Dawson, G. (2004). Normal activation of fusiform gyrus in adolescents and adults with autism during viewing of familiar, but not unfamiliar, faces. *Paper presented at the CPEA/STAART annual meeting*, Bethesda, Maryland.
- Bachevalier, J., & Mishkin, M., (1986). Visual recognition impairment follows ventromedial but not dorsolateral prefrontal lesions in monkeys. *Behavioural Brain Research*, 20(3), 249-261.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Baron-Cohen, S., Ring, H. A., Bullmore, E. T., Wheelwright, S., Ashwin, C., & Williams, S. C. R. (1999). Social intelligence in the normal and autistic brain: An fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 11, 1891-1898.
- Barrett, T. C. (1965). Relationship between measure of pre-reading visual discrimination and first grade reading achievement. *Reading Research Quarterly*, 1, 51-76.
- Benton, A. (1991). Prefrontal injury and behavior in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 275-282.
- Boddaert, N., Belin, P., Chabane, N., Poline, J. B., Barthelemy, C., & Mouren-Simeoni, M. C. (2003). Perception of cortical activation in autism. *American Journal of Psychiatry*, 160, 2057-2060.
- Bryan, T., Donohue, M., & Pearl, R. (1981). Learning disabled children's communicative competence on referential communication task. *Journal of Pediatric Psychology*, 6, 383-393.
- Casey, B. J., Castellanos, F. X., Giedd, J. N., Marsh, W. L., Hamburger, S. D., Schubert, A. B., Vauss, Y. C., Vaituzis, A. C., Dickstein, D. P., Sarfatti, S. E., & Rapoport, J. L. (1997). Implication of right frontostriatal circuitry in response inhibition and attention deficit-hyperactivity disorder. *Journal of American Academy Child Adolescent Psychiatry*, 36, 374-383.
- Castellanos, F. X., Giedd, J. N., Marsh, W. L., Hamburger, S. D., Vaituzis, A. C., & Dickstein, D. P. (1996). Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention deficit/hyperactivity disorder. *Archives of General Psychiatry*, 53, 607-616.
- Castelli, F., Frith, C., Happe, F., & Frith, U. (2002). Autism, Asperger's syndrome and brain mechanisms for the attribution of mental states to animated shapes. *Brain*, 125, 1839-1849.
- Castelli, F., Happe, F., Frith, U., & Frith, C. (2000). Movement and mind: A functional imaging study of perception and interpretation of complex intentional movement patterns. *Neuroimage*, 12, 314-325.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001). Age and sex effects in the EEG: Differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 112, 815-826.
- Curby, K. M., Schyns, P. G., Gosselin, F., & Guthier, I. (2003). Face-selective fusiform activation in Asperger's syndrome: A matter of tuning to the right (spatial) frequency. *Poster presented at Cognitive Neuroscience*, New York.
- Douglas, V. I. (1999). Cognitive control processes in Attention-Deficit/ Hyperactivity

- Disorder. In H. C. Quay & A. E. Hogan (Eds), *Handbook of disruptive behavior disorders* (pp. 105-138). New York: Kluwer/Plenum.
- Filipek, P. A. (1999). Neuroimaging in the developmental disorders: The state of the science. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 40, 113-28.
- Fletcher, J. M., Shaywitz, S. E., & Shankweiler, D. P. (1994). Cognitive profiles of early reading disability: Comparisons of discrepancy and low achievement definitions. *Journal of Educational Psychology*, 86, 6-23.
- Gaub, M., & Carlson, C. L. (1997). Gender differences in ADHD: A meta-analysis and critical review. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36, 1036-1045.
- Gervais, H., Belin, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., & Sfaello, I. (2004). Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neuroscience*, 7(8), 801-802.
- Hall, G. B. C., Szechtman, H., & Nahmias, C. (2003). Enhanced salience and emotion recognition in autism: A PET Study. *American Journal of Psychiatry*, 160, 1439-1441.
- Hartman, C. A., Willcutt, E. G., Rhee, S. H. & Pennington, B. F. (2004). The relation between sluggish cognitive tempo and DSM-IV ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 32, 491-503.
- Herbert, M. R., Harris, C. J., Adrien, K. T., Ziegler, D. A., Makris, N., & Kennedy, D. (2002). Abnormal asymmetry in language association cortex in autism. *Annals of Neurology*, 52, 588-596.
- Hermann, K. (1959). *Reading disability: A medical study of word-blindness and related handicaps*. Copenhagen, Denmark: Munksgaard.
- Hoffman, E. A., & Haxby, J. V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 3(1), 80-84.
- Horwitz, B., Rumsey, J. M., Donohue, B. C. (1998). Functional connectivity of the angular gyrus in normal reading and dyslexia. *Proc Natl Acad Sci U S A* 95:8939-8944.
- Hughes C, White A, Sharpen J., & Dunn, J. (2000). Antisocial, angry, and unsympathetic: "Hard to manage" preschooler's peer problems and possible cognitive influences. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41, 169-179.
- Just, M. A., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., & Minshew, N. J. (2004). Cortical activation and synchronization during sentences comprehension in high-functioning autism: Evidence of underconnectivity. *Brain*, 127, 1811-1821.
- Kadesjö, B., & Gillberg, C. (2001). The comorbidity of ADHD in the general population of Swedish school age children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 487-492.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for the perception of faces. *Journal of Neuroscience*, 17, 4302-4311.
- Kanwisher, N., & Wojciulik, E. (2000). Visual attention: Insights from brain imaging. *Nature Review. Neuroscienc*, 1(2), 91-100.
- Lathey, B. B., Carlson, C. L., & Frick, P. J. (1997). Attention deficit disorder without hyperactivity. In T. A. Widiger, A. J. Frances, H. A. Pincus, R. Ross, M. B. First, & W. Davis (Eds.), *DSM-IV source book* (Vol. 3, pp. 163-188). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Lathey, B. B., Schaughency, E. A., Frame, C. L., & Strauss, C. C. (1985). Teacher rating of attention problems in children experimentally classified as exhibiting Attention

- Deficit Disorder with and without Hyperactivity. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 24, 613-616.
- Ledox, J. E. (1996). *The emotional brain*. New York: Simon & Shuster.
- Lee, B. F., Yang, P., Yong, J., Hsu, H. Y., & Chen, C. C.(2002). Single photon emission computerized tomography in children with developmental language disorder: A preliminary report. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 18, 373-378.
- Lehto, J. (1996). Are executive function tests dependent on working memory capacity? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49, 29-50.
- Liverman, I. Y. (1973). Segmentation of the spoken word and reading acquisition. *Bulletin of the Orton Society*, 23, 65-77.
- Liverman, I. Y., & Shankweiler, D. (1979). Speech, the alphabet, and teaching to read. In L. B., Resnick, & P. A. Weaver(Eds.), *Theory and practice of early reading*, 2, 109-132.
- Liverman, I. Y., Shankweiler, D., Fischer, F. W., & Carter, B. (1974). Reading and the awareness of linguistic segments. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18, 201-212.
- Lou, H. C., Henriksen, L., Bruhn, P., Borner, H., & Nielsen, J. B. (1989). Striatal dysfunction inattention deficit and hyperkinetic disorder. *Archives of Neurology*, 46, 48-52.
- Martin, A., & Weisberg, J. (2003). Neural foundations for understanding social and mechanical concepts. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 575-587.
- McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word from area: expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends of Cognitive Science*, 7:293-299.
- Mesulam, M. M. (1981). A cortical network for directed attention and unilateral neglect. *Annals of neurology*, 10, 309-325.
- Nigg, J. T. (2001). Is ADHD a disinhibitory disorder?. *Psychological Bulletin*, 127, 571-598.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R.J. Davidson, G.E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory*(pp.1-18). New York: Plenum.
- Orton, S. T. (1937). *Reading, writing and speech problems in children*. Austin, TX:ProEd.
- Paulesu, E. & Demonet, J. F. (2001). Dyslexia: Cultural diversity and biological unity. *Science*, 291: 2165-2167.
- Pennington, B. F. (1991). Dyslexia and other developmental language disorders. In *diagnosing learning disorders: A neuropsychological framework*. New York: Guilford Press.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions of developmental psychopathology. *Journal of child psychology & psychiatry*, 37, 51-87.
- Posner, M. I., & McCandliss, B. D. (1999). Brain circuitry during reading. In: R. Klein, P. McMullen(Eds), *Converging methods for understanding reading and dyslexia*, Cambridge: MIT Press.
- Posner, M. I., & Peterson, S. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Price, C. J., & Moore, C. J. (1997). Segregating semantic from phonological processes during reading. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9: 727-733.
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1995). *The psychology of Reading*. Englewood Cliffs, NJ: Erlbaum.
- Rorke. (1988). Socioemotional disturbances of learning disabled children. *Journal of*

- Consulting and Clinical psychology*, 56, 800-810.
- Rourke, B. P., Finlayson, M. A. J. (1978), Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance: verbal and visual-spatial abilities. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6, 121-133.
- Rumsey, J. M., Horwitz, B., & Donohue, B. (1997). Phonological and orthographic components of word recognition: A PET-rCBF study. *Brain*, 120:739-759.
- Schultz, R. T., & Gauthier, I., Klin, A., Fulbright, R., Anderson, A., & Volkmar, F. (2000). Abnormal ventral temporal cortical activity during face discrimination among individuals with autism and Asperger's syndrome. *Archives of General Psychiatry*, 57, 331-340.
- Schultz, R. T., & Robins, D. L. (2005). Functional neuroimaging studies of autism spectrum disorders. *Handbook of autism and pervasive developmental disorders*. JOHN WILEY & SONS, INC.
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S., E., & Puch, K. R. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological Psychiatry*, 52, 101-110.
- Silver, A. A., & Hagin, R. A. (2002). *Disorders of learning in childhood*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sonuga-Barke, E. J. S., Dalen, L., Daley, D., & Remington, B. (2002). Are planning, working memory, and inhibition associated with individual differences in preschool ADHD symptoms?. *Developmental neuropsychology*, 11, 255-272.
- Stanford, L. D., & Hynd, G. W. (1994). Congruence of behavioral symptomatology in children with ADD/H, ADD/WO, and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 27, 243-253.
- Stanovich, K. E. (1994). Annotation: Does dyslexia exist? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55, 579-595.
- Stevens, J., Quittner, A. L., Zuckerman, J. B., & Moore, S. (2002). Behavioral inhibition, self-regulation of motivation, and working memory in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Developmental Neuropsychology*, 21, 117-139.
- Stone, V. E., Baron-Cohen, S., & Knight, R. T. (1998). Frontal lobe contributions to theory of mind. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(5), 640-656.
- Stone, V. E., Baron-Cohen, S., Young, A. W., Calder, A. J., & Keane, J. (2003). Acquired theory of mind impairments in patients with bilateral amygdala lesions. *Neuropsychologia*, 41, 209-220.
- Taylor, H. G. (1976). Learning disabilities. Prevalence estimates and the need for definition. In Knight, R., & Bakker, D. J(Ed). *The Neuropsychology of Learning Disorders*. Baltimore: University Park Press.
- Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., & Tanzman, M. S. (1994). Components of reading ability: Issues and problems in operationalizing word identification, phonological coding, and orthographic coding. In F. R. Lyon(Ed.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities*(pp. 229-241). Baltimore: Brookes.
- Voeller, K. K. S. (1991). What can neurological models of attention, intention, and arousal tell us about attention-deficit hyperactivity disorder? *Journal of Neuropsychiatry*, 3, 209-216.
- Zimmerman, I. L., & Allebrand, G. N. (1965). Personality characteristics and attitudes toward achievement of good and poor readers. *Journal of Educational Research*, 57, 28-30.

## Brain Science Approach of childhood disorder -Reading disability, ADHD and Autism-

**Lee Meung Ju**

Pusan National University

**Ahn Seong Woo**

Pusan National University

**Kim Hak Jin**

Pusan National University School of medicine

**Seo Yoo Kyung**

Pusan National University

### <Abstract>

The purpose of this study is to understand the etiology of child developmental disorder in terms of neurology. For that, the study reviewed neurological studies of reading disability, attention deficit-hyperactivity disorder, and autism spectrum disorder. At first, in the reading disability, it's main problem is phonological processing deficit. The important cortical areas that exhibit dysfunction of reading are the left superior temporal gyrus(STG) and the left fusiform. STG is involved in phonological processing, and the fusiform is associated with the automatic process of visual word form perception. Next, ADHD combind type(ADHD/C) is different from ADHD inattention type(ADHD/I) in behaviour characteristics and neurological dysfunction. A number of studies have suggested an inhibitory deficit that is associated with right prefrontal lobe in ADHD/C. In contrast, ADHD/I exhibit sluggish cognitive tempo symptoms. But, the neurological study for ADHD/I is lack. Then, it had reported that language/communication problem of autism spectrum disorder is associated with dysfunction of left temporal lobe, STG, and Broca's region. In problems of social interaction of autism spectrum disorder, it is shown that the dysfunction of the medial prefrontal lobe, the orbital prefrontal lobe, the fusiform, and the amygdala is associated with them. Finally, the significance and directions of the study was proposed.

**Key Words:** reading disability, attention deficit-hyperactivity disorder, autism spectrum disorder.

---

논문 접수: 2007. 2. 13    심사 시작: 2007. 2. 20    게재 확정: 2007. 3. 23