

## 분류 과제 수행 시 지적장애 중학생과 일반 중학생의 세타파와 알파파 상대파워스펙트럼 활성 차이 비교 분석\*

김 용 규

대구대학교

정 진 수\*\*

대구대학교

---

### 《 요 약 》

---

이 연구의 목적은 분류 활동 시 나타나는 지적장애 중학생들과 일반 중학생들의 뇌 활성을 비교 분석하는 것이다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 선행연구를 통해 지적장애학생들의 수준을 고려한 과제를 개발하였다. 뇌파 측정 과제는 기준과제와 분류과제의 2가지 과제로 구성하였다. 기준과제는 사각형을 정해진 공간으로 옮기는 활동으로 구성하였다. 그리고 분류과제는 곤충 그림들을 2가지 이상의 그룹으로 나누는 활동이다. 이 연구는 뇌파 자료 수집을 위하여 블록디자인(Block design)으로 설계되었다. 뇌파 자료는 4명의 중학교 지적장애 중학생들과 4명의 일반 중학생들로부터 수집하였다. 연구결과, 지적장애 중학생들은 발견한 분류기준 중에 올바른 분류기준인 완전분류 유형의 기준이 아닌 올바르지 않은 분류기준인 불완전분류, 임의분류, 비기준분류, 비분류 유형의 기준이 있었다. 하지만 일반 중학생들이 발견한 분류기준은 모두 올바른 분류기준인 완전분류 유형의 기준이었다. 그리고 뇌파 활성 차이 분석 결과 지적장애 중학생들은 세타파 활성이 전두엽, 두정엽, 측두엽에서 증가하여 뇌 전체적으로도 증가하였다. 그러나 일반 중학생들은 그 영역에서 세타파 활성이 감소하여 뇌 전체적으로도 감소하였다. 알파파의 경우 지적장애학생들은 측두엽과 후두엽에서 활성이 증가하였지만 뇌 전체적으로는 감소하였다. 반면에 일반 중학생들은 측두엽과 후두엽에서 활성이 감소하여 뇌 전체적으로도 감소하였다. 이 연구 결과를 통해 지적장애학생들을 위한 분류 학습 모형 개발의 기초자료를 제공하며 후속연구의 필요성을 제기한다.

---

주제어 : 지적장애학생, 분류, 뇌파, 상대파워스펙트럼 분석, 뇌파 활성 차이

---

\* 본 논문은 본 저자의 미간행 박사학위 논문의 일부를 요약 및 수정, 보완하여 작성된 논문입니다.

\*\* 교신저자 (jjs@daegu.ac.kr)

## 1. 서 론

지적장애는 지능과 적응행동 두 가지 측면에서 동시에 어려움이 있는 사람을 말한다(AAMR, 2010). 지적장애학생들은 평균이하의 지능(IQ 70)과 관련된 주의집중, 전이와 일반화, 문제 해결 능력 등과 같은 기능은 물론 적응행동과 관련된 의사소통, 대인관계, 환경에 대처하는 능력에서도 일반학생들과 비교하여 낮은 수행능력을 보인다(특수과학교육연구회, 2011).

2011년 개정 특수교육 교육과정의 기본교육과정에서는 과학교과의 목표를 과학 지식의 이해뿐만 아니라 주변 자연환경에 관심을 가지고 과학적 탐구를 통해 자신이 직면한 문제를 합리적으로 해결하는 방법을 찾을 수 있는 능력인 과학적 소양을 함양할 수 있도록 도와주는 것이라고 기술하고 있다. 이 교육과정에서 과학과는 ‘물질과 에너지’와 ‘생명체와 지구’의 두 가지 영역으로 구성되어 있으며 학생의 문해능력과 인지수준에 따라 관찰, 분류, 추리, 예상 등과 같은 기초 탐구 과정을 중심으로 학습이 이루어지도록 학습 내용을 구성하였다(교육부, 2011).

기초 탐구 과정에 대한 깊은 학습을 통해 감각적, 신체적 장애를 가진 학생들에게 이득을 줄 수 있을 뿐만 아니라 지적장애학생들에게도 중요한 영역이다(하미경 & 김현주, 2000). 또한 기초 탐구 과정이 충분히 학습될 때 통합 탐구 과정도 의미 있게 학습할 수 있다(하미경 등, 2002). 과학적 탐구 기능의 발달을 통하여 과학적 지식을 효과적으로 이해하고 과학에 대한 긍정적인 태도를 갖출 수 있다(Abd-El-Khaick, Bell, & Lederman, 1998). 기초 탐구 과정의 하나인 분류는 자연 현상에 대한 관찰 사실을 기반으로 집단 내 공통성과 집단 간 차이점을 인식하는 과정을 통해 수행된다(정진수 & 윤성규, 2008). 분류 능력은 자연 현상을 개념화할 때뿐만 아니라 일상생활에서도 매우 중요한 능력이다. 예를 들어 집안에 있는 물건들을 ‘가구’, ‘가전제품’, ‘부엌 용품’ 등으로 구분하는 것도 분류와 관련된 것이다. 따라서 지적장애학생들이 과학 학습뿐만 아니라 일상생활 능력 향상을 돕기 위해서라도 분류 학습과 이에 대한 연구는 매우 중요하게 다루어져야 할 것이다.

이처럼 중요한 분류 학습은 국내외 다양한 선행연구들이 진행되어왔다. Inhelder와 Piaget(1964)는 전조작기의 어린이들은 한 가지의 변인으로 분류를 수행하는 가능하고, 구체적 조작기의 어린이들은 한 가지 이상의 변인을 동시에 고려하여 분류를 하는 것이 가능하며, 형식적 조작기의 어린이들은 위계적 분류를 수행하는 것과 상·하위 유목사이의 관계를 파악하는 것이 가능하다고 하였다. 주정은과 차희영(2007)은 분류 능력이 개인의 인지 발달 차이에 의해 영향을 받는다고 하였다. 최현동 등(2005)은 초등학생의 학년이 올라감에 따라 짧은 시간에 더 많은 양의 분류를 하였다고 하였다. 이정경(2008)은 실물자료보다 사진자료를 제시하였을 때

초등학생들은 짧은 시간에 더 많은 분류를 하였다고 하였다. 이와 같은 일반학생을 대상으로 하는 선행연구들은 분류 능력은 개인의 인지 발달 수준에 의해 영향을 받으며 개인의 인지 발달 향상에 의하여 분류 능력이 향상된다고 말을 하고 있다.

최미영(2012)은 지적장애학생들을 대상으로 기초 탐구 기능을 분석한 연구에서 지적장애학생들은 분류를 수행할 때 대부분 추측이나 주관적 느낌으로 분류를 하였으며, 공통성과 차이점을 혼동하여 잘못된 분류기준으로 분류를 수행하는 경우도 있다고 하였다. 또한, 지적장애학생들은 지능에 따라 분류 수준이 차이가 있었다고 말하였다.

지금까지의 분류에 대한 연구는 일반학생으로 진행한 연구가 대부분이었고(이정경, 2008; 주정은과 차희영, 2007; 최현동 등, 2005, Inhelder & Piaget, 1964), 상대적으로 지적장애학생을 대상으로 진행한 연구는 극소수였다(최미영, 2014; 최미영, 2012).

하지만 인지심리학적 연구에서 주로 사용하는 지필 검사나 면접 검사만으로는 학습을 하는 동안 학생의 특성을 제대로 이해하는 데는 한계가 있다(이정모 등, 2003). 사고과정이 뇌에서 이루어지는 과정이라는 견해와 과제 수행의 행동 특성이 뇌 영역의 활성 부위와 활성 정도에 따라 달라진다는 견해(권용주와 이준기, 2007; Michael W. O'Boyle, 2005)를 받아들인다면 지적장애학생들의 학습에 관해서 뇌 과학적 방법을 적용하는 것은 타당하다고 할 수 있다. 학생들의 학습 활동에서 나타나는 두뇌 특성을 직접적으로 이해하고, 이를 기반으로 기존 인지심리학적인 연구를 적용시켜 교재와 교육방법 그리고 교육전략을 개발하고 그 적용효과를 인지심리학적 방법과 뇌과학과 같은 신경생리학적 방법의 융합 연구 방법으로 알아본다면 학생 시 학생의 수준과 학습과정을 동시에 알아볼 수 있는 더욱 풍부한 결과를 얻는 것을 기대할 수 있을 것이다.

뇌 과학에서 인간의 사고를 이미지화하는 방법으로는 뇌파 측정법(Electroencephalograph, EEG), 자기 뇌도 측정법(Magnetoencephalography, MEG), 기능적 뇌자기공명영상(Functional Magnetic Resonance Imaging, f-MRI), 양자방출 단층촬영(Positron Emission Tomography, PET) 등과 같은 방법이 있다. 이 중 EEG는 인체에 영향을 주지 않는 비침습적·비파괴적인 방법이면서 시계열의 연속적인 측정이 가능하기 때문에 인간의 뇌 기능을 측정하는 데 적합한 방법이라 할 수 있다. 그리고 다른 뇌 기능 영상 방법과 비교하여 상대적으로 측정하는 데 필요한 비용이 싸고 검사장소가 자유로우며 측정을 위한 조작이 간단하다는 장점이 있다(정진수와 윤성규, 2008). 또한, 뇌파는 주파수에 따라 특성이 다르고 뇌 부위별 기능이 세분화되어 있으며 정신 활동에 따라 특정한 패턴이 나타나는 특징이 있다. 따라서 EEG는 대상의 인지적인 특성에 대한 객관적인 데이터를 제공하여 줄 수 있는 효율적인 방법이 될 수 있다. 특히 EEG 연구의 상대파워스펙트럼분석 방법은 전체 주파수 대역의 절대 파워를 기준으로 세타파(4.0~7.9Hz), 알파파(8.0~12.9Hz), 베타파(13.0~29.9Hz), 감마파(30~50Hz)와 같은 주파수 대역 별로 분석하여 의미 있는 결과를 도출한다. 이 상대

파워스펙트럼 분석은 두개골의 두께차이, 측정 시 긴장도와 같은 변인을 통제할 수 있고, 인지 기능과 뇌파와의 상관관계를 잘 보여줄 수 있기 때문에 뇌 기능 연구 분야에서 주로 사용되어지는 방법이다(정진수와 윤성규, 2008).

선행연구에 따르면 세타파는 창의적인 사고를 하거나 과제의 난이도가 높아질 때 증가한다(김용진, 2000; 정진수와 윤성규, 2008). 알파파는 정신적인 긴장이 풀리면서 안정적인 때 증가한다(김용진, 2000; 정진수와 윤성규, 2008; Cowan&Allen, 2000). 또한, 알파파는 창의적 사고 과정을 수행할 때 낮아진다(김순화, 2010). 즉, 과학적 사고를 수행하는 동안 세타파는 증가하고 알파파는 감소한다고 할 수 있다.

변정호(2010)가 진행한 분류에 대한 신경생리학적 연구에 따르면 분류 수행 시 시각정보의 처리과정은 크게 두 가지로 구성된다. 그 과정은 대상의 위치를 확인하는 후두엽-두정엽-전두엽으로 이어지는 경로와 대상을 확인하고 동정하는 후두엽-측두엽으로 이어지는 경로로 구성된다.

여기서 전두엽은 대상의 속성 비교 및 판단기능과 연관이 있고, 두정엽은 시각정보와 공간정보의 결합하는 기능과 후두엽으로 전달받은 시각 정보의 기억을 유지시키는 시각적 작업기억(working memory)기능과 연관이 있다(Gazzaniga, M. S. et al., 2008). 그리고 측두엽은 물체를 세밀하게 관찰을 할 때 활성화 되는 영역이며, 후두엽은 시각정보를 받아들일 때 활성화 되는 영역이다(김예림 2012; 변정호, 2010).

시각정보 처리과정과 두뇌 영역의 기능으로 살펴보면 분류는 대상을 관찰한 시각정보를 추출하고 분류기준으로 사용할 요소를 발견하기 위해 해당 요소를 파악하고 위치를 탐색하는 과정으로 이루어진다고 할 수 있다(변정호, 2010).

이처럼 일반학생들을 대상으로 분류 과제 수행 시 뇌 활성을 분석한 신경생리학적 연구를 통해 분류 지식 생성 시 나타나는 두뇌 활동이 밝혀졌다. 한편 지적장애 학생들을 대상으로 진행한 뇌 연구도 있었다. 그 연구들로는 EEG 바이오피드백 훈련에 따른 지적장애아동의 주의집중력을 알아보는 연구(김성운 등, 2009)와 뇌파훈련이 지적장애인의 운동수행능력에 미치는 영향을 알아보는 연구(박기용 등, 2012), 수중저항운동이 뇌파 및 혈중지질변화에 미치는 영향을 알아보는 연구(김도진 등, 2014)들이다. 하지만 이 연구들은 이마 부분인 전두엽에서 발생하는 뇌 활성을 측정하는 연구로 뇌 전체에서 발생하는 뇌 활성 양상을 일반화시키기에는 한계가 있다고 할 수 있다.

따라서 지적장애학생들의 분류 과제 수행 시 뇌 전부분에서 발생하는 세타파와 알파파의 상대파워스펙트럼 분석을 하여 지적장애중학생들과 일반중학생들의 분류 능력 차이에 대해 보다 근본적인 설명을 제공할 수 있는 연구가 필요하다고 할 수 있다.

이상의 논의 결과를 토대로 설정한 이 연구의 목적은 분류 지식 생성 능력에 대한 지적장애 중학생과 일반 중학생간의 분류 과제 수행 행동 검사 결과 차이를 알아보고, EEG을 이용하여 분류 과제를 수행할 때 나타나는 지적장애 중학생들과 일반

중학생들의 뇌 활성을 비교 분석하는 것을 통해 지적장애학생들의 분류 지식 능력에 대한 객관적인 자료를 탐색하는 것이다. 또한, 연구를 통해 지적장애학생들이 어느 수준의 분류 지식 생성 능력을 가지고 있으며 어느 과정에서 약점을 보이는지를 파악하여 지적장애학생들의 분류 지식 생성 능력을 향상시키기 위한 교수학습모형 및 프로그램 개발을 위한 기초정보를 제공하기를 기대한다.

## II 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 대상

연구 대상 중 실험군 집단에 해당하는 지적장애학생들은 전북 N시에 위치한 특수학교에 재학 중인 지적장애 중학생들은 지적장애의 법적 기준에 부합하는 학생, 다른 사람과 의사소통이 자유롭고 교사의 지시에 순응하는 학생, 컴퓨터 마우스 조작에 문제가 없는 학생, 연구 참여에 대하여 학부모의 동의가 있는 학생의 4가지 기준 모두 부합하는 학생들로 선정하였다. 이들의 평균 연령은 15살(MD 0.96)이었고 모두 남학생이었다. 분류 능력이 학년에 따라 영향을 받는다는 선행연구(최현동 등, 2005) 견해에 따라 지적장애 중학생들과 같은 생활연령의 일반 중학생 4명을 대조군 집단으로 선정하였고 지적장애 중학생들과 마찬가지로 모두 남학생으로 선정하였다. 이들의 생활연령은 지적장애 중학생들과 같은 15살(MD 1.25)이었으며 학부모의 동의를 받은 학생들이었다.

연구에 참여한 지적장애 중학생들은 다음 <표 1>과 같은 특성을 가지고 있었다.

<표 1> 장애학생 개인 별 특성

학생	기초조사	지적능력 및 행동특성
A	남학생	지적능력 : 기초적인 문해 능력이 떨어지고 의사소통 시 발음이 약간 부정확하며 산만하고 주의집중 시간이 짧은 경향이 있음 행동특성 : 운동능력이 좋아서 체육 활동을 잘하고 기계 조작을 즐기며 활발하고 질문하기를 좋아함
B	남학생	지적능력 : 대부분의 글자를 읽고 쓰며 의미를 이해할 수 있지만 약간의 시간이 요구되고 경향이 있음 행동특성 : 자기중심적 사고가 강하지만 교사의 지시에 잘 순응하는 편임

〈표 1〉

장애학생 개인 별 특성(계속)

학생	기초조사	지적능력 및 행동특성
C	남학생	지적능력 : 대부분의 글자를 읽고 쓰며 의미 파악을 하고 일상생활에서 사용되는 날짜, 시간, 화폐 계산 등도 가능하며 의사소통에 무리가 없음, 네 명의 학생 중 인지적 및 학습 수준이 가장 높았음 행동특성 : 다소 반항적인 기질을 가지고 있으나 급우들을 잘 도와주고 의협심이 강함
D	남학생	지적능력 : 글자를 읽고 쓸 수 없으며 일상 속에서 의사소통은 가능하나 발음이 많이 부정확 하고 일반적인 개념에 대한 이해도가 떨어짐, 네 명의 학생 중 인지적 및 학습 수준이 가장 낮았음 행동특성 : 온순하고 교사의 지시를 잘 따르며 과제에 대해 적극적인 자세를 지니지만 과제 수행 시 외부지향성을 띄는 경향이 있음

## 2. 연구 절차

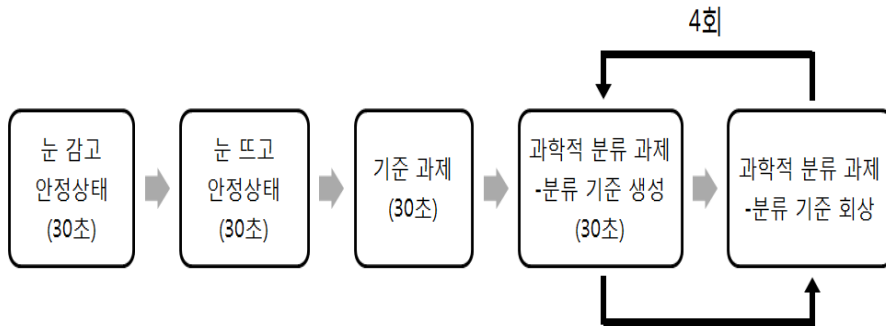
이 연구의 목적은 분류 과제 수행 시 지적장애 중학생과 일반 중학생의 뇌 활성을 비교하는 것이며, 이를 위해 인지심리 연구와 생체전기신호 연구를 병행하여 적용하였다. 연구는 뇌파 수집을 위하여 블록디자인(Block design) 방식으로 설계되었다. 블록디자인 방식은 과제가 제시되고 난 후 수초 후에만 발생하는 뇌파를 수집하여 데이터화 시키는 것이 아니라 과제가 제시되는 시간을 하나의 블록으로 설정하여 하나의 블록동안 수집되는 뇌파의 평균값을 데이터화 시키는 방식을 말한다. 연구는 설계측정 과제 개발, 사전훈련, 뇌파 측정, 상대파워스펙트럼분석, 통계분석의 과정으로 진행이 되었다. 먼저, 분류 과제를 개발하였다. 그리고 연구대상들이 측정과제에 적응할 수 있도록 사전훈련을 실시하였다. 사전훈련은 지적장애 중학생들과 일반 중학생들 모두 뇌파 측정과제와 유사한 형태의 과제로 뇌파 측정 전에 2회씩 실시하였다. 그리고 지적장애 중학생들은 일반 중학생들과 비교하여 인지적인 수준이 낮기 때문에 뇌파 측정과제에 숙달될 수 있도록 도형으로 구성된 훈련과제를 이용하여 사전훈련을 추가로 실시하였다. 사전 훈련이 끝난 장애 학생과 일반 학생들의 뇌파 측정 시간은 휴식시간을 포함하여 22분 30초 동안 이루어졌다. 모든 연구 대상의 뇌파를 측정한 후 상대파워스펙트럼 분석과 통계분석을 실시하였다.

## 3. 뇌파 측정과제

뇌파 측정과제는 ‘한국곤충도감(신유향, 1993)’에서 10개의 곤충 목으로부터 무작위로 100개의 곤충 사진을 추출(1목당 10마리)한 후 과제 개발에 사용하였다. 학

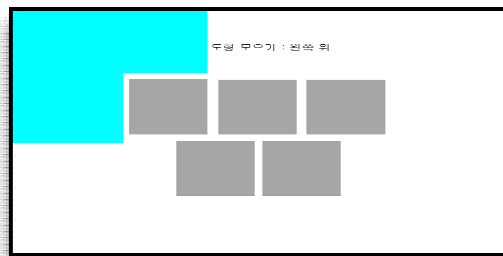
생들은 마우스를 이용하여 모니터 화면의 곤충 그림을 지정된 칸에 옮기는 방법으로 분류 과제를 수행하도록 하였다. 과제 제시 순서는 아래와 <그림 1>과 같다.

<그림 1>에서 보듯이, 뇌파 측정 환경을 처음 접하는 학생들의 심리적인 안정과 적응을 위하여 눈감고 안정 상태와 눈뜨고 안정 상태를 각각 30초간 측정을 하였다. 이어서 기준 과제와 분류 과제를 수행하도록 하였다. 분류 과제 1 SET는 5개의 Task set로 구성되며 총 4 SET(20개의 Task set)으로 구성하였고 학생들이 과제를 수행하며 겪을 수 있는 인지적 부하를 방지하기 위해 1SET 과제 수행 후 1분 30초의 휴식 시간을 부여하였다.



<그림 1> 과제 제시 순서

기준과제는 배경뇌파를 수집하기 위한 목적으로 개발하였다. 배경뇌파는 과제수행 시 뇌파와의 비교를 통해 뇌 활성 패턴을 파악하는 데 필수적인 요소이다. 본 연구에서는 기준과제와 분류 과제 수행을 30초 동안 하였으며 가장 안정적인 뇌파를 보이는 구간을 선택하여 각각 20초간 분석에 이용하였다. 기준 과제는 분류기준 생성 시 발생하는 뇌파의 배경뇌파를 측정하기 위한 과제이다. 선행연구를 보면 지적장애학생들은 문해 능력과 상하좌우의 공간개념, 두 개 이상 물체의 상호간 위치 파악 등과 연관 있는 시 지각 능력이 일반학생들에 비해 지체되거나 결함이 있다고 알려져 있다(원양은 2013). 그렇기 때문에 지적장애학생들은 과제수행을 위한 추가정보가 필요하다. 그래서 기준과제는 지정된 위치를 자막과 색으로 표시하는 두 가지 방법을 동시에 적용하였다. 기준과제는 마우스로 사각형 5개를 드래그하여 지정된 위치로 옮기는 과제이다. 기준 과제의 예시는 아래 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 기준 과제 예시

분류 과제 수행에서 나타나는 지적장애학생의 뇌 활성 분석을 위한 측정 과제의 예시는 아래<그림 3>와 같다. <그림 3>에서 보듯이 지적장애학생들이 가지고 있는 지각 능력의 제한점을 최소화 하고 분류 과제 수행 시 나타나는 뇌파를 측정하기 위해 두 가지 다른 색깔로 지정된 영역을 지정하고 마우스로 곤충 그림을 직접 움직이는 것을 통해 과제를 수행하도록 하였다. 그리고 지적장애학생들의 경우 단기기억 능력과 주의집중 지속시간이 일반학생에 비해 현저히 떨어지기 때문에 과제 수행 직후 분류기준 회상 단계에서 자신이 생성한 분류기준을 말하도록 하고 연구자가 결과를 기록하였다.



<그림 3> 분류 과제 예시

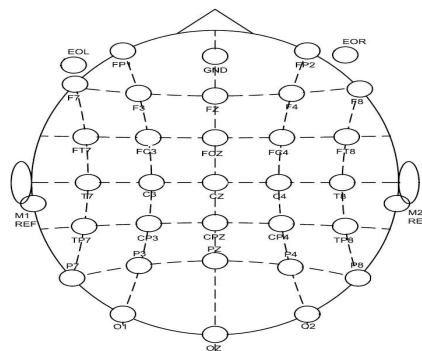
#### 4. 뇌파 측정방법

이 연구에서는 호주 Compumedics사에서 개발한 E-series 뇌파 system을 이용하여 지적장애학생들과 일반학생들의 뇌파를 측정하였고, Profusion 뇌파 프로그램(Compumedics, 2002)을 이용하여 뇌파 데이터를 수집하였다. 뇌파는 국제전극 배치법인 10-10 system에 따라 전극이 배치되어 있는 Neuroscan사의 32채널 Quik-Cap를 이용하여 <그림 4>와 같이 측정하였다. 뇌 양반구의 편차를 보정하기



위해 M1, M2 참조전극을 추가로 부착하였다. 뇌파 측정 시 Sampling rate은 256Hz, 전극과 두피의 저항값(impedance)은 10k $\Omega$ 이하, 고역통과필터(High pass filter)는 1Hz, 저역통과필터(Low pass filter)는 70Hz, 노치필터(Notch filter)는 60Hz로 적용하였다.

분류 뇌파 과제의 뇌파를 측정하기 전에 연구 대상 학생들이 마우스를 이용하여 사각형을 지시에 따라 옮기는 기준 과제 수행 시 뇌파를 30초 동안 측정하였다. 이어서 분류 뇌파 과제 수행 시 뇌파 역시 30초 동안 측정하였다.



<그림 4> 뇌파 측정 전극 위치

## 5. 뇌파 분석방법

기준 과제와 분류 과제에서 각각 잡파의 유입이 적은 20초의 데이터를 분석에 사용하였다. 4Hz미만과 50Hz 이상의 뇌파 데이터는 분석에서 제외하였으며 주파수 대역별 파워 값에서 전체 주파수 대역(4Hz~50Hz) 파워 값을 나눠 값을 구하는 상대파워스펙트럼 분석법을 이용하였다. 상대파워스펙트럼 분석을 위하여 설정한 주파수 대역은 세타파(4.0Hz~7.9Hz), 알파파(8.0Hz~12.9Hz)였다.

기준 과제 수행 시 뇌파가 연구 대상 학생별로 편차가 있을 수 있기 때문에 과제 수행으로 인하여 생기는 뇌파 변화만을 탐색하기 위하여, 기준 과제 수행 시 뇌파를 기준으로 뇌파 활성 차이(분류 과제 수행 시 상대파워스펙트럼 값-기준 과제 수행 시 상대파워스펙트럼 값)를 뇌 영역별(전두엽 Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, FC3, FC4, FT7, FT8, FCz; 두정엽 C3, C4, Cz, CP3, CP4, CPz, P3, P4, Pz; 측두엽 T7, T8, TP7, TP8, P7, P8; 후두엽 O1, O2, Oz)로 산출하여 그래프로 표현하였다. 상대파워스펙트럼 활성 차이 값이 양의 값일 경우는 과제 수행 시 뇌파의 활성이 증가한 것을 의미하고 음의 값을 경우는 과제 수행 시 뇌파의 활성이 감소한 것을 의미한다. 그리고 차이의 유의미한 결과를 산출하기 위해 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였다.

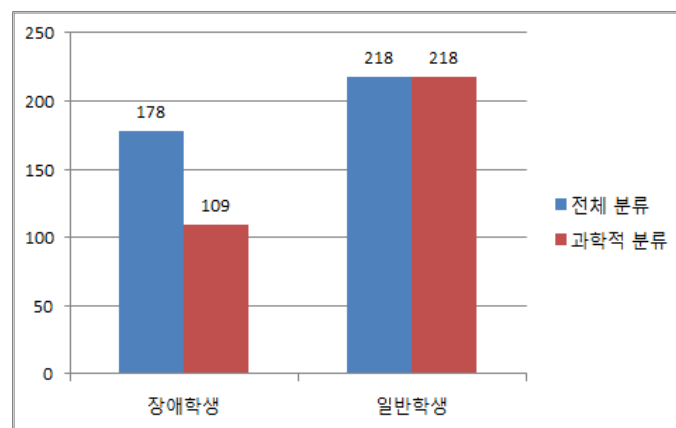
### III 결과 및 논의

#### 1. 분류 과제 수행의 행동 결과 비교

##### 1) 분류기준 수 비교

뇌파를 측정하는 동안에 수행한 분류 행동 결과는 <그림 5>와 같다. 여기서 학생들이 생각해 낸 분류기준은 대상을 관찰한 결과를 기반으로 생성한 것을 말한다. 지적장애 중학생들은 총 178개의 분류기준을 발견하였고 그 중 분류의 수는 109개였다. 즉, 지적장애 중학생들의 분류기준에는 비분류기준이 다수(69개) 포함되어 있었다. 이에 반해 일반학생들은 총 218개의 분류기준을 발견하였고 모두 분류였다.

이러한 분류 행동 결과의 수적 차이는 만-위트니 U 검정(Mann-Whitney U test) 결과 통계적으로도 유의미한 것으로 나타났다( $Z=1.742$ ,  $p<0.01$ ). 이것은 연구대상 지적장애 중학생들의 분류 능력이 일반 중학생보다 낮다는 것을 말해준다고 할 수 있다. 이러한 연구 결과는 선행 연구들과도 일치한다. 최미영(2014)의 연구 결과는 지적장애학생의 기초 탐구 기능을 평가한 결과 지적장애학생들은 분류기준이 아닌 일상적 경험에 근거한 임의적 분류기준에 따라 분류를 수행하거나 그룹 내 공통점과 그룹 간 차이점을 파악하지 못하는 이른바 분류 속성을 이해하는 능력이 부족하다는 것을 보여주었다. 이 연구 결과는 지적장애 중학생들의 분류 지식 생성 능력이 부족하다는 것을 지지하는 결과라고 할 수 있다.



<그림 5> 분류 과제 수행의 행동 결과

## 2) 분류기준의 유형 비교

분류 과제를 통하여 중학교 지적장애 중학생들이 응답한 분류기준을 좀 더 객관적으로 알아보기 위해서 분류기준을 유형화를 하여 살펴볼 필요가 있다. 분류기준 유형 분류 틀은 <표 2>와 같다.

분류기준의 유형 분류 틀은 크게 분류 실시 여부, 기준 존재 유무, 분류기준 근거, 분류기준 속성의 4가지의 준거로 구성되었다. 그리고 분류기준 실시여부에 따라서 분류와 비분류, 기준 존재 여부에 따라서 기준 분류와 비 기준 분류, 분류기준 근거에 따라서 관찰의존분류와 임의분류, 분류기준 속성에 따라 완전분류와 불완전분류의 각 준거별로 2가지의 요소로 구분하였다. 분류를 수행한 경우, 비분류는 분류를 수행하지 못한 경우, 기준분류는 분류기준이 존재하는 경우, 비 기준분류는 분류기준이 존재하는 않는 경우, 관찰의존분류는 분류기준이 관찰 사실인 경우, 임의분류는 분류기준이 관찰 사실이 아닌 경우, 완전분류는 분류기준이 집단 내 공통점과 집단 간 차이점을 모두 내포하는 경우, 불완전분류는 집단 간 공통점을 포함하는 경우로 각각 정의하였다.

<표 2> 분류기준 유형 분류 틀

준 거	요 소	설 명
분류 실시 여부	분류	분류를 수행한 경우
	비분류	분류를 수행하지 못한 경우
기준 존재 유무	기준분류	분류기준이 존재하는 경우
	비 기준분류	분류기준이 존재하지 않는 경우
분류기준 근거	관찰의존분류	분류기준이 관찰 사실인 경우
	임의분류	분류기준이 관찰 사실이 아닌 경우
분류기준 속성	완전분류	분류기준이 집단 내 공통점과 집단 간 차이점을 모두 내포하는 경우
	불완전분류	분류기준이 집단 간 공통점만 포함하는 경우

<표 2>의 분류기준 유형 분류 틀을 적용하여 지적장애 중학생들과 일반 중학생들의 분류기준 유형 별 빈도를 비교 분석하였다. 그 결과를 분석한 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3>에서 보면 지적장애학생들은 완전분류, 불완전분류, 임의분류, 비 기준분류, 비분류의 순서대로 분류 과제를 수행하였다. 불완전분류가 있다는 것은 집단 내 공통점과 집단 간 차이점을 잘 구별하지 못하는 것을 의미하고 임의 분류가 있다는 것은 과학적 관찰의 의미를 잘 모르고 과학적 관찰을 수행하는 방법을 잘 모른다는

것을 의미한다. 비 기준분류와 비분류는 분류의 정의와 수행방법을 모르는 것을 의미한다. 반면에 일반 중학생들은 발견한 분류기준 모두 완전분류 유형에 속해있었다.

<표 3> 분류기준 유형별 빈도 비교 단위 : 수(%)

요소	지적장애학생(%)	일반학생(%)
완전분류	109(61)	218(100)
불완전분류	37(21)	0
임의분류	19(11)	0
비 기준분류	8(4)	0
비분류	5(3)	0
총 계	178(100)	218(100)

이와 같은 결과를 통해 지적장애 중학생들이 일반 중학생들과 비교하여 분류 지식 생성 능력이 낮다고 할 수 있다. 특히, 지적장애 중학생들은 일반 중학생들과 비교하여 관찰 능력, 공통점과 차이점 발견 능력에서도 차이가 있다고 할 수 있다.

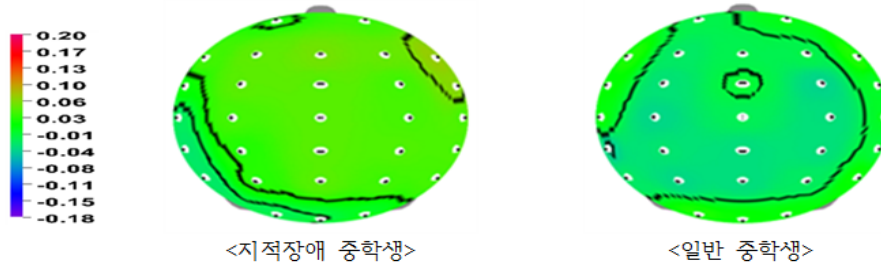
이러한 결과는 분류에 대한 선행연구 결과를 지지한다. 대상을 잘 관찰할 수 있는 능력, 공통점과 차이점을 찾는 능력, 그리고 관찰, 공통점과 차이점을 찾는 결과를 기반으로 대상을 범주화할 수 있는 능력에 의해 분류 능력이 영향을 받는다(최현동 등, 2005). 그리고 분류 능력은 개인의 인지 발달에 의하여 차이가 난다(주정은과 차희영, 2007, 최현동 등 2005).

따라서 지적장애 중학생들은 일반 중학생들과 비교하여 인지 발달에서 차이를 보이며, 대상을 잘 관찰하는 능력과 대상에서 공통점과 차이점을 발견하는 능력 그리고 대상을 범주화하는 능력에서도 차이를 보인다고 할 수 있다.

## 2. 분류 과제 수행의 뇌파 비교

### 1) 세타파 상대파워스펙트럼 활성 차이 비교

분류 과제 수행 시 30개의 전극에서 측정된 뇌파의 세타파 대역(4.0~7.9Hz) 상대파워를 측정한 상대파워 값에서 기준과제 수행 시 상대파워 값을 뺀 값인 뇌파 활성 차이를 맵핑한 결과는 <그림 6>과 같다.



<그림 6> 학생 유형 별 세타파 상대파워스펙트럼 활성 차이 맵핑 결과

<그림 6>이 보여주는 것과 같이 학생 유형별로 뇌파 활성 차이 전체 영역 전체 평균값을 비교하여 보면 지적장애 중학생들은 분류 과제 수행 시 세타파의 활성(0.0299)이 증가하였지만 일반 중학생들은 활성(-0.0126)이 감소하였으며, 이 차이가 통계적으로도 유의미 했다( $F=45.311, p<0.01$ ). 이것은 이 연구의 분류 과제가 지적장애 중학생들에게는 어려웠고, 일반 학생들에게는 쉬운 수준이었다는 것을 보여준다. 왜냐하면 선행연구들(정진수와 윤성규, 2008; 김용진, 2000)의 결과가 세타파의 증가는 곧 과제 난이도의 증가를 보여주었기 때문이다.

학생 유형별로 보이는 세타파 상대파워스펙트럼 파워 활성 차이를 뇌 영역별로 비교한 결과는 <표 4>이다.

<표 4> 학생 유형별 뇌 영역별 세타파 상대파워스펙트럼 활성 차이

뇌 영역	학생 유형	N	평균	F	유의확률
전두엽	지적장애 중학생	960	0.0443	144.593	0.000
	일반 중학생	960	-0.0073		
두정엽	지적장애 중학생	720	0.0383	499.433	0.000
	일반 중학생	720	-0.0315		
측두엽	지적장애 중학생	480	0.0075	7.152	0.008
	일반 중학생	480	-0.0094		
후두엽	지적장애 중학생	240	-0.0085	45.311	0.000
	일반 중학생	240	0.0159		
전체영역	지적장애 중학생	2400	0.0299	312.319	0.000
	일반 중학생	2400	-0.0126		

<표 4>에 의하면 지적장애 중학생들은 세타파 상대파워스펙트럼 활성이 전두엽(0.044), 두정엽(0.038), 측두엽(0.008)에서 증가하였고, 후두엽(-0.009)에서 감소하였다. 그리고 일반 중학생들은 세타파 상대파워스펙트럼 활성이 후두엽(0.016)에서 증가하였고, 전두엽(-0.007), 측두엽(-0.009), 두정엽 영역(-0.031) 순으로 감소하였으며 통계적으로도 모두 유의미 했다.

전두엽은 대상의 속성 비교 및 판단기능과 연관이 있고(김예림, 2012; 박승호와 서은희, 2009), 두정엽은 시각정보와 공간정보의 결합하는 기능과 후두엽으로 전달 받은 시각 정보의 기억을 유지시키는 시각적 작업기억(working memory)기능과 연관이 있다(김예림, 2012; Gazzaniga, M. S. et al., 2008). 그리고 측두엽은 물체를 세밀하게 관찰을 할 때 활성화 되는 영역이며, 후두엽은 시각정보를 받아들일 때 활성화 되는 영역이다(김예림 2012; 권용주와 이준기, 2007).

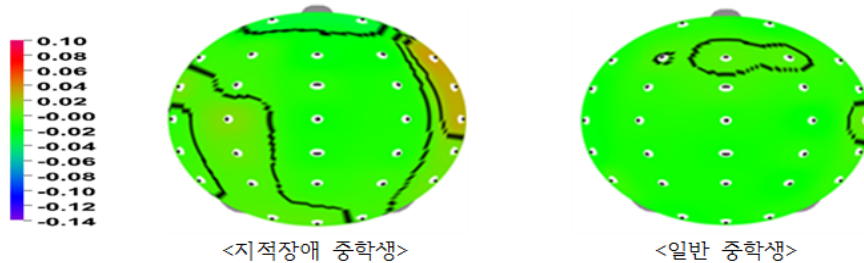
분류 과제 수행 시 세타파 상대파워스펙트럼 활성의 차이를 영역별로 비교하여 보았을 때 지적장애 중학생들의 경우 전두엽, 두정엽, 측두엽에서 과제 수행 시 세타파의 활성이 증가한 반면 일반 중학생은 세타파의 활성이 감소하였다. 그러나 후두엽에서는 일반 중학생들의 세타파 활성이 증가하였다. 과제 난이도가 높을수록 세타파 활성이 높다는 선행 연구(김상은과 정진수, 2010; 정진수와 윤성규, 2008; 권용주 등, 2006; 김용진, 2000; Fairclough et al., 2005)를 비추어 해석할 때, 이와 같은 결과는 지적장애 중학생들이 일반 중학생들과 비교하여 시각정보를 받아들이는 것을 제외하고 받아들인 정보를 조작하여 고등한 사고를 하는 과정에서 어려움이 있었다는 것을 보여준다고 할 수 있다.

즉, 지적장애 중학생들이 일반 중학생들보다 측두엽에서 세타파 활성이 이루어졌다는 것은 물체를 세밀하게 관찰하는 것에 어려움이 있었다는 것을 말한다. 그리고 두정엽과 전두엽에서 세타파 활성이 이루어졌다는 것은 지적장애 중학생들이 시각 정보 기억의 유지나 정보 결합, 그리고 공통성과 차이점을 추출하기 위한 대상의 속성 비교와 판단 등에도 어려움이 있었다는 것을 보여준다.

세타파 상대파워스펙트럼 학생 그룹별 활성 차이 결과는 지적장애학생들은 분류 과제를 수행 할 때, 대상에 대한 객관적 관찰보다 추측이나 주관적 느낌으로 분류를 하고, 공통성과 차이점을 혼동하였다는 인지심리학적 견해(최미영, 2014)를 지지한다.

## 2) 알파파 상대파워스펙트럼 활성 차이 비교

분류 과제 수행 시 알파파 대역(8.0~12.9Hz)의 상대파워스펙트럼 활성 차이를 맵핑한 결과는 <그림 7>과 같다.



<그림 7> 학생 유형 별 알파파 상대파워스펙트럼 활성 차이 맵핑 결과

<그림 7>과 <표 5>은 분류 과제 수행 시 지적장애 중학생들(-0.0031)과 일반 중학생들(-0.0112) 모두 알파파 활성이 감소했다는 것을 보여준다. 이러한 결과를 정신적으로 이완될 때 알파파가 많이 발생하다(정진수와 윤성규, 2008; 김용진, 2000; Cowan&Allen, 2000)는 선행 연구 결과에 비추어 살펴보면 지적장애 중학생들과 일반 중학생 모두 과제 수행 시 정신적으로 긴장했다는 것을 알 수 있다. 또한, 창의적인 사고를 할 때는 알파파 활성이 낮아진다는(김순화, 2010; 김상은과 정진수, 2010; Fairclough et al., 200)는 선행 연구 결과에 의하여 살펴보면 지적장애 중학생들과 일반 중학생들이 분류와 관련된 창의적 사고를 했다고 볼 수 있다.

학생 유형별로 보이는 알파파 상대파워스펙트럼 활성 차이를 뇌 영역별로 비교한 결과는 <표 5>이다. <표 5>에서 보듯이 지적장애 중학생들과 일반 중학생들 모두 전두엽과 두정엽에서 알파파의 활성이 감소했다는 것을 알 수 있다. 감소폭은 일반 중학생들이 지적장애 중학생들보다 컸다. 전두엽은 대상의 속성 비교 및 판단 기능과 연관이 있는 영역이고(김예림, 2012; 박승호와 서은희, 2009), 두정엽은 시각 정보와 공간정보의 결합하는 기능과 후두엽으로 전달받은 시각 정보의 기억을 유지시키는 시각적 작업기억(working memory)기능과 연관이 있는 영역이다(김예림, 2012; Gazzaniga. M. S. et al., 2008). 이와 같은 전두엽과 두정엽의 기능과 정신적으로 긴장할 때와 창의적 사고 과정 시 활성이 낮아지는 알파파의 특성으로 연구 결과를 살펴보면 지적장애 중학생들과 일반 중학생 모두 대상의 속성을 비교하고 판단하고 시각정보와 공간정보를 종합할 때 정신적 긴장감을 유지하고 창의적 사고를 했지만 정신적 긴장감과 창의적 사고의 강도는 일반 중학생들이 지적장애 중학생들보다 높았다는 것을 알 수 있다.

〈표 5〉 학생 유형별 뇌 영역별 알파파 상대파워스펙트럼 활성화 차이

뇌 영역	학생 유형	N	평균	F	유의확률
전두엽	지적장애 중학생	960	-0.0054	1.239	0.266
	일반 중학생	960	-0.0084		
두정엽	지적장애 중학생	720	-0.0060	17.160	0.000
	일반 중학생	720	-0.0150		
측두엽	지적장애 중학생	480	0.0045	16.018	0.000
	일반 중학생	480	-0.0090		
후두엽	지적장애 중학생	240	0.0001	19.717	0.000
	일반 중학생	240	-0.0153		
전체영역	지적장애 중학생	2400	-0.0031	31.067	0.000
	일반 중학생	2400	-0.0112		

측두엽은 물체를 세밀히 관찰할 때 활성화 되는 영역이고 후두엽은 시각정보를 받아들일 때 활성화 되는 영역이라는 점(김예림 2012)과 알파파가 정신적으로 이완이 될 때 증가하고(정진수와 윤성규, 2008; 김용진, 2000; Cowan&Allen, 2000), 창의적 사고 과정 수행 시 활성이 낮아진다(김순화, 2010)는 점에서 <표 5>와 같이 측두엽과 후두엽에서 지적장애 중학생들은 알파파의 활성이 이루어지고 일반 중학생들은 알파파의 활성이 감소했다는 것은 일반 중학생들이 지적장애 중학생들과 비교하여 물체를 세밀히 관찰하고 시각정보를 받아들이는 과정에서 정신적인 긴장을 유지하면서 창의적인 사고를 수행했다는 것을 말해준다고 할 수 있다.

알파파 상대파워스펙트럼 학생 그룹별 활성화 차이 결과는 지적장애학생들은 분류 과제를 수행 할 때, 대상에 대한 객관적 관찰보다 추측이나 주관적 느낌으로 분류를 하는 경향이 있다는 인지심리학적 견해(최미영, 2014)를 지지한다.



## IV 결론 및 제언

지적장애 중학생 4명과 일반 중학생 4명이 분류 과제를 수행할 때 측정된 뇌파 정보를 이용하여 뇌파 활성 차이를 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 지적장애 중학생들은 분류 행동 검사 결과 총 178개의 분류기준을 발견하였고 그 중 61.67%인 109개만이 올바른 완전분류였다. 이에 반해 일반학생들은 총 218개의 분류기준을 발견하였고 모두 올바른 완전분류였다. 지적장애 중학생들과 일반 중학생들이 발견한 분류기준을 유형별로 살펴보면, 지적장애 중학생들은 완전분류, 불완전분류, 임의분류, 비 기준분류, 비분류 유형의 분류기준을 발견하였다. 이에 반해 일반 중학생들은 완전분류 유형의 분류기준만을 발견하였다. 지적장애 중학생들이 일반 중학생들과는 다르게 올라르지 못한 분류인 불완전분류, 임의분류, 비 기준분류, 비분류 유형의 분류기준을 발견한 것은 지적장애 중학생들이 일반 중학생들과 비교하여 올바른 분류를 수행하는 능력이 부족하다는 것을 보여준다. 이러한 결과는 인지적 수준이 올라감에 따라 분류 지식 생성 능력이 향상 된다는 선행 연구 결과와 일치했다. 따라서 지적장애 중학생들은 인지적 수준이 일반 중학생들보다 떨어지며 분류는 개인의 인지발달 수준에 영향을 받는다는 탐구임을 뒷받침한다고 할 수 있다.

둘째, 분류 과제 수행 시 측정된 지적장애 중학생들과 일반 중학생들의 뇌파에 대한 세타파, 알파파의 상대파워스펙트럼 활성 차이 분석을 실시하였다.

세타파 상대파워스펙트럼 활성 차이 분석 결과, 분류 과제 수행 시 나타나는 세타파 활성은 지적장애 중학생들의 경우 전두엽, 두정엽, 측두엽 영역에서만 활성이 증가하여 뇌 전체적으로 활성이 증가하였다. 반면에 일반 중학생들은 후두엽을 제외한 영역에서 활성이 감소하여서 뇌 전체적으로 활성이 감소하였다. 이 같은 결과는 과제의 난이도가 높아질 때 세타파가 활성화된다는 선행 연구 결과에 비추어 보았을 때, 분류 과제의 난이도가 지적장애 중학생들에게는 높았고 일반 중학생들에게는 낮았다는 것을 말해준다. 특히 이것은 측두엽, 두정엽, 전두엽의 기능인 대상에 대한 세밀한 관찰, 시각 정보 기억의 유지나 정보 결합, 그리고 대상의 속성 비교와 판단 기능과도 관련 있음을 보여주었다. 이는 분류 수행 능력이 개인의 인지 수준에 의해 영향을 받는다는 견해와 지적장애학생들이 분류를 수행할 때 주관적인 관찰과 공통성 및 차이점을 혼동하여 올바른 분류를 수행하는 못한다는 인지심리학적 견해를 지지한다.

알파파 상대파워스펙트럼 활성 차이 분석 결과, 분류 과제 수행 시 지적장애 중학생들은 측두엽과 후두엽에서 알파파의 활성이 증가하였지만 뇌 전체적으로는 그 활성이 감소하였다. 반면에 일반 중학생들은 뇌의 모든 영역에서 활성이 감소하여서 뇌 전체적으로 알파파의 활성이 감소하였다. 이 같은 결과는 정신적으로 긴장할 때와 창의적인 사고를 수행할 때 알파파의 활성이 감소한다는 선행 연구 결과에 비추어

보았을 때, 지적장애 중학생들과 일반 중학생 모두 알파파의 활성이 뇌 전체적으로 감소하였다는 것은 두 집단 학생들 모두 과제 수행 시 정신적으로 긴장을 하였고 창의적인 사고를 했다는 것을 말할 수 있다. 그리고 측두엽과 두정엽에서 지적장애 중학생들은 알파파의 활성이 높아지고 일반 중학생들은 알파파의 활성이 낮아졌다는 것은 측두엽이 물체를 세밀히 관찰할 때 활성화 되는 영역이고 후두엽은 시각정보를 받아들일 때 활성화 되는 영역이라는 점에서 일반 중학생들이 지적장애 중학생들보다 효과적으로 정신적인 긴장을 유지했다고 볼 수 있다. 또한, 물체를 세밀히 관찰을 하고 시각 정보를 받아들이는 과정에서 창의적인 사고를 수행했다고 할 수 있다. 이러한 결과는 지적장애학생들이 분류를 수행할 때 대상을 객관적으로 관찰하지 않고 추측이나 주관적 느낌을 많이 사용한다는 인지심리학적 견해를 지지한다고 할 수 있다.

이상의 연구 결과는 지적장애학생을 대상으로 하는 과학교육에 다음과 같은 시사점을 제공한다. 분류 과제 수행 결과는 두뇌 활동의 결과를 반영한 것으로 지적장애 중학생들은 일반 중학생들과 비교하여 대상에 대한 세밀한 관찰, 시각적 정보 기억 및 정보 통합, 대상의 공통성과 차이점을 찾는 요소 비교 및 판단 능력이 낮기 때문에 일반 중학생들보다 분류 과제 수행 결과가 좋지 않았다고 볼 수 있다.

따라서 중학교 지적장애 중학생들의 분류 지식 생성 능력 향상시키기 위해서 교수-학습 프로그램을 계획할 때는 대상을 잘 관찰할 수 있는 능력, 공통점과 차이점을 찾는 능력, 그리고 대상을 범주화할 수 있는 능력을 각각 함양할 수 있는 단계별 접근이 고려되어야 한다고 할 수 있다. 그리고 지적장애 중학생들이 분류 과제를 어렵게 느끼지 않도록 하기 위해 분류 활동 기회를 충분히 보장해주는 반복학습도 고려되어야 하고 과제 수행 시 정신적인 긴장을 유지시키기 위해서 단서 제시와 질문을 통한 적극적인 피드백 제공 역시 고려되어야 한다고 할 수 있다. 또한, 분류 지식 생성 시 나타나는 뇌 활성의 변화를 f-MRI, MEG 등 다양한 뇌 영상 측정 기술을 이용하여 분류와 관련된 뇌 부위에 대한 정밀한 연구를 수행하여야 할 것이다. 특히, 분류기준 유형별로 어떠한 뇌 부위에서 활성의 차이가 나타나는 지 뇌파를 이용해 분석하는 연구 역시 고려해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 교육부(2011). 특수교육 교육과정[별책 2]. 교육부 고시 제2011-501호.
- 권용주, 박지영, 신동훈, 정진수, 박국태(2006). 가설생성학습 후에 나타난 초등학교 학생의 뇌 활성 변화. **한국생물교육학회지**, 34(1), 72-80.
- 권용주, 이준기(2007). 생물학자와 고등학교 학생의 생물학 가설 생성에서 나타나는 뇌 활성: fMRI연구. **한국과학교육학회지**, 35(4), pp 601-610.

- 김대신, 최장욱(2001). 뇌파검사학, 서울: 고려의학.
- 김상은, 정진수(2010). 생물 분류와 가설 생성 시 청각장애 대학생과 일반 대학생의 뇌파 비교 분석. **한국생물교육학회지**, 38(4), pp 621~630.
- 김석진, 정동영(2011). 안내된 환경 탐구활동을 통한 지적장애아동의 생물개념 변화 분석. **지적장애연구**, 13(3), pp 1~21.
- 김성화(2008). 뉴로 피드백 훈련이 학습장애아의 주의집중력과 연산능력에 미치는 효과. 박사학위논문. 대구대학교 대학원.
- 김순화(2010). 창의성과 지식의 관계에 관한 뇌과학적 접근-창의적 사고 과정 시 지식이 대뇌 피질에 미치는 영향. 석사학위논문. 한국교원대학교 대학원.
- 김승국, 박원희, 김은경, 정정진, 신현기, 권주석, 김영옥, 전병운, 이나미, 강영택, 김삼섭, 정보인, 한성희, 황도순, 구본권, 최진희(1996). 정진지체학생 **교육의 이론과 실제(4판)**. 서울: 도서출판 특수교육.
- 김예림(2012). 과학영재고등학교와 일반계 과학중점고등학교 학생의 뇌 기반 특성에 대한 탐색적 연구. 박사학위논문. 동덕여자대학교 대학원.
- 김용규, 정진수, 윤성규(2013). 순환 학습 모형 프로그램 적용을 통해 나타난 중학교 지적장애 학생의 생명 개념 변화. **한국생물교육학회지**, 41(2), pp 267~280.
- 김용진(2000). 학습활동이 뇌파 분석에 기초한 뇌순환 학습 모형의 개발과 과학 학습에의 적용. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박승호, 서은희(2009). **뇌는 어떻게 학습하는가**. 서울 : 시그마프레스.
- 신유향(1993). 한국곤충도감. 서울: 아카데미 서적.
- 심준영(2004). 뇌호흡 훈련이 호흡순환기능에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, 12(4), 467-480.
- 원양은(2013). 시지각 훈련 프로그램이 지적장애 학생의 시지각 발달과 주의집중에 미치는 영향. 석사학위논문. 위덕대학교 교육대학원.
- 이정모, 김성일, 이수영, 김충기, 정찬섭, 강은주(2003). 과학교육 혁신을 위한 뇌 기반 학습 과학 기획 연구. 과학기술부 과제 최종 보고서.
- 이정경(2008). 분류 과제의 제시 형태에 따른 초등학생들의 일 분류 행동 차이 분석. 석사학위논문, 한국교원대학교 교육대학원.
- 장재연(2005). 순환학습모형을 적용한 과학활동이 지적장애아동의 물질 개념과 수업참여도에 미치는 영향. 석사학위논문. 단국대학교 대학원.
- 정진수, 윤성규(2008). Caminalcules를 이용한 귀납적 탐구 과제 수행에서 나타난 뇌파의 상대 파워 스펙트럼 분석. **한국생물교육학회지**, 36(4), pp 456~467.
- 조미로(2005). 특수아동의 과학교육에 관한 특수교육 예비교사의 인식. **재활복지**, 9(1), pp 111~140.
- 조인수(2005). **지적장애아 교육**. 경북 : 대구대학교 출판부.
- 주정은, 차희영(2007). 관찰에 의한 분류하기 탐구 능력 평가 준거 개발. **초등과학교육**, 26(4), pp 407-417.
- 최미영(2014). 지적장애학생의 기초 탐구 기능 평가. **특수교육저널: 이론과 실천**, 15(4), pp. 49-76.

- 최미영 (2012). 역동적 평가(Dynamic Assessment)를 통한 지적장애 학생의 '밀도' 개념 이해 과정 및 기초 탐구 기능 분석. 박사학위논문. 단국대학교 대학원.
- 최현동, 양일호, 권치순 (2005). 초등학생 분류능력 발달의 경향성. *초등과학교육*, 24(3), pp 281~291.
- 하미경, 김현주 (2000). 경도지적장애 학생의 과학교육에 관한 예비특수교사의 인식. *특수교육학연구*, 35(2), pp 231~252.
- 특수과학교육구회 (2011). *특수학생의 과학교육-모든 학생을 위한 과학교육을 지향하며-*. 경기도 부천: 볼록미디어.
- 하미경, 강경희, 장진섭 (2002). *특수 과학 교육론*. 서울: 교육 과학사.
- AAMR(2010). Mental Retardation: Definition, Classification, and Systems of Supports.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G.(1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural. *Science Education*, 82, 417-436
- Cowan, J., & Allen, T.(2000). Using brainwave biofeedback to train the sequence of concentration and relaxation in athletic activities. proceedings of 15<sup>th</sup> Association for the Advancement of Applied Sport Psychology.
- Fairclough, S. H., Venables, L., & Tattersall, A. (2005). The influence of task demand and learning on the psychophysiological response. *International Journal of Psychophysiology*, 56, 171-184.
- Fitzgibbon, S. P., Pope, K. J., Mackenzie, L., Clark, C. R., & Willoughby, J. O. (2004). Cognitive tasks argument gamma EEG power. *Clinical Neurophysiology*, 115, 1802-1809.
- Inhelder, B. & Piaget, J.(1964). The early growth of logic in the child: Classification and seriation. London: Routledge.
- Gazzaniga, M. S., Ivry R. B. & Mangun, G. R.(2008). *Cognitive Neuroscience : The Biology of the Mind*(3rd ed.). New York : W.W. Norton.
- Hutchison, M., Megabrain(1996). New tools and techniques for brain growth and mind expansion(2nd ed.). New York: Ballantine books.
- McCarthy.(1987). Long term memory in mental retardation. *International Review of Research in Mental Retardation*, 1, 219-255.
- Michael W. O'Boyle(2005). Some current findings on brain characteristics of the mathematically gifted adolescent, *International Education Journal*, 6(2), 247-251.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A.(1995). Science and mental retardation : An analysis of curriculum features and learner characteristics. *Science Education*, 79, 251-271.
- Shulman, L. S.(1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher.

## Comparative Analysis of Theta and Alpha the Relative Power Spectral Activation Difference between Middle School Students with and without disabilities during Classification Task

**Kim, Yong-Gyu**

Daegu University

**Jeong, Jin-Su**

Daegu University

### <Abstract>

The purpose of this study was to analyze comparing the difference of brain activations between middle school students with intellectual disabilities and without disabilities, which were measured during to performance of the EEG tasks. The tasks were composed of two tasks: criteria task and scientific classification task. Criteria task was developed to activity which to moving 5 rectangular pictures as designated spaces. Scientific classification task was to divide the five insect pictures as two or more groups. This study was designed as block designs for the EEG recording. The EEG data were recorded from each 4 middle school students with intellectual disabilities and without disabilities. As a results, middle school students with intellectual disabilities were developed incorrect classification criteria. But middle school students without intellectual disabilities were developed correct classification criteria. In analysis result of the theta and the alpha band the relative power spectral activation difference, Middle students with intellectual disabilities are increased the theta band(4.0~7.9Hz) in the frontal lobe, the parietal lobe, and the temporal lobe. and they are increased the theta band(4.0~7.9Hz) in whole brain. But, Middle students without intellectual disabilities are decreased the theta band(4.0~7.9Hz) in the frontal lobe, the parietal lobe, and the temporal lobe. and they are decreased the theta band(4.0~7.9Hz) in whole brain. In case of the alpha

band(8.0~12.9Hz), middle students with intellectual disabilities are increased the alpha band(8.0~12.9Hz) activation in the temporal lobe and the occipital lobe. but they are decreased the activation in whole brain. On the other hand, Middle students without intellectual disabilities are decreased the alpha band(8.0~12.9Hz) activation in the temporal lobe, the occipital lobe, and whole brain. This study discussed implications of these findings for teaching scientific classification of middle school students with intellectual disability.

**Key Words :** Students with intellectual disability, Scientific classification, EEG, The relative power spectral analysis. The EEG activation difference