

# 뇌 과학적 관점에서 본 심리운동 기전에 대한 문헌고찰

김성운\*, 김우철\*\*, 김한철\*\*\*

경북대학교 체육교육학과\*, 대구보건대학교 스포츠재활학과\*\*, 영남대학교 특수체육교육학과\*\*\*

## A Review of Literature on the Mechanism of Psychomotorik from Brain Science Perspective

Sung-Woon Kim\*, Woo-Cheol Kim\*\*, Han-Cheol Kim\*\*\*

Dept. of Physical education, Kyungpook National University\*

Dept. of Sports rehabilitation, Daegu Health College\*\*

Dept. of Special Physical education, Yeungnam University\*\*\*

요 약 본 연구의 목적은 심리운동과 뇌 기능간의 관계와 관련된 국내외 문헌들을 고찰하여 심리운동의 기전을 뇌 과학적 관점에서 규명하여 아동 치료 영역에서 활동하고 있는 교사, 치료사 및 아동 부모들에게 뇌 생리적 관점에서 심리운동의 기전에 대한 이해를 높일 수 있는 기초자료를 제공하는데 있다. 뇌 과학 관점에서 본 심리운동의 기전과 관련된 국내외 문헌들을 고찰하여 심리운동의 움직임을 통해 생애초기의 긍정적인 학습 환경과 다양한 신체경험은 뇌 생리적 관점에서 매우 중요하며, 아동이 움직이면 움직일수록 학습은 더욱더 증진되고, 건강한 정서조절 능력이 함양되어 뇌를 최적화 시킬 수 있는 가능성이 증가한다는 것을 알 수 있었다. 따라서 심리운동의 기전을 뇌 과학적 접근을 통해 알아본 본 연구는 심리운동의 움직임과 뇌 기능간의 관계를 이해하는데 매우 중요한 기초정보를 제공했다고 판단된다. 특히 아동이 움직이면 움직일수록 학습은 더욱더 증진되고, 건강한 정서조절 능력이 함양되어 뇌를 최적화 시킬 수 있다는 가능성을 교사, 치료사 및 부모를 이해시키는 것은 향후 우리 아이들을 잘 교육하기 위해 매우 필요한 과정이라고 판단된다. 물론 지금까지는 심리운동 기전과 뇌 기능에 관한 연구가 많이 부족했지만 본 연구를 통해 조금이나마 더 많은 사람들이 심리운동에 대한 이해의 폭을 넓히는 계기가 되기를 희망한다.

주제어 : 심리운동, 뇌기능, 뇌 발달, 학습, 정서, 자기효능감

**Abstract** The purpose of this study was to investigate the relationship between psychomotorik and brain function in domestic and foreign literature, and to clarify the mechanism of psychomotorik from the viewpoint of brain science, and to provide the teachers, therapists, The purpose of this study is to provide basic data which can enhance the understanding of the mechanism of psychomotorik. From the viewpoint of brain science, the study of domestic and foreign literature related to the mechanism of psychomotorik and the positive learning environment and various physical experiences in early life through the movement of psychomotorik are very important from the brain physiological point of view. The results of this study showed that the more the children move, the more the learning is improved and the healthy emotional control ability is improved and the brain is more likely to be optimized. Therefore, it is considered that this study, which has been studied through the brain science approach, provided very important basic information to understand the relation between movement of psychomotorik and brain function. In particular, understanding the possibility of optimizing the brain by cultivating a healthy emotional control ability and improving learning as children move more and more is considered to be a necessary process for educating our children well in the future. Until now, research on psychomotorik and brain function was lacking. Through this study, I hope that more people will have an opportunity to expand their understanding of the psychomotorik.

**Key Words** : Psychomotorik, Brain function, Brain development, Learning, Emotion, Self-efficacy

Received 2 October 2017, Revised 31 November 2017

Accepted 20 November 2017, Published 28 November 2017

Corresponding Author: Han Cheol Kim (Yeungnam University)

Email: younghc@hanmail.net

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

## 1. 서론

‘뇌는 곧 몸이다’란 말이 있다. 이것은 뇌와 몸을 매개로 하는 신체의 움직임과 매우 밀접한 관련이 있다는 것을 보여주는 것이다. 하지만 사람들은 뇌에 대해 갖는 가장 큰 편견 중 하나는 구조적으로 뇌를 쭉글쭉글한 두개골로만 인식하는 것과 뇌를 무의식적으로 하나의 신체기관으로만 여긴다는 점이다[1]. 뇌 과학적 입장에서 보면 뇌는 생물학적으로 독립된 기관이 아니라 ‘신경계’라는 표현이 더 맞고 적합하다[2]. 왜냐하면 우리 신체 여러 곳에는 수없이 많은 신경계가 그물처럼 뻗어 있으며, 이들 신경계를 통해 인체의 모든 감각신호는 척추 뼈 안에 있는 척수를 통해 뇌와 연결되고 뇌에서 전달된 운동출력이 다시 몸 전체로 퍼드백 되도록 되어 있기 때문이다[3]. 예를 들면 손을 뻗고, 물건을 잡고, 걸음을 걷는 단순한 것에서부터 운동기술과 같은 복잡한 동작들은 몸을 움직이게 하는 것뿐만 아니라 뇌의 활동에도 많은 영향을 미치게 된다. 이처럼 뇌는 신체의 움직임과 밀접하게 관련이 높다.

최근 연구자들은 뇌가 운동을 위해 태어났고, 운동을 위해 발달해왔다고 주장하면서 이것은 뇌는 운동을 위해 존재한다는 것을 의미한다고 주장했다[4,5,6]. 그리고 연구자들[4,5,6]은 뇌가 진화되면서 더 정확한 움직임이 가능해졌고, 진화되면서 발달된 뇌는 몸의 더욱 복잡하고 효율적인 움직임을 가능하게 만들었다고 주장하고 있다. 그러므로 움직임을 통해 우리의 뇌를 최적화 되게 만드는 것은 매우 중요하다. 이러한 관점에서 움직임을 바탕으로 한 심리운동은 독일에서 키파르트(Kiphart)가 창안한 ‘심리운동 연습치료’을 시작으로 이론적 발전을 거듭해 왔으며, 주요매개체로 신체움직임과 신체경험을 중요하게 생각하며, 자율적이고 창의적인 놀이와 움직임 체험 경험을 통해 아동의 전인적인 발달을 추구하는 교육적 및 치료적 컨셉이다[7,8]. 그리고 신체기능과 뇌기능을 밀접하게 연결시키는 활동으로 물질, 신체, 사회활동 등 다양한 경험을 통해 아동의 정서조절 능력을 높이고, 학습 효율을 높여 두뇌기능을 강화하는 신체운동 방법이다. 심리운동을 통한 움직임 동작들은 새로운 경험과 정보를 뇌 신경연결망 속으로 통합하고 정착시켜 인간의 지적능력들을 일깨우고 활성화시킴으로써 학습을 이끌며, 이것은 학습과 밀접한 관련이 있는 사고를 촉진시킨다[1]. 또

한 심리운동을 통한 움직임 동작들은 풍부하고 긍정적인 정서조절 능력을 만들 수 있다[9]. 더욱이 최근 들어 학습에서 실패하는 아이들을 중심으로 왕따나 학교폭력으로 이어지며, 스마트폰이나 인터넷 중독 등으로 부적응행동을 야기 시켜 심각한 사회문제로 되고 있으며, 이러한 사회문제를 해결하기 위해 정서의 중요성은 매우 강조된다[10]. 그래서 움직임을 통해 생애초기의 긍정적인 학습환경과 다양한 경험은 뇌 과학적인 관점에서 매우 중요하며, 인간이 움직이면 움직일수록 학습은 더욱더 증진되고, 건강한 정서조절 능력이 함양되어 뇌를 최적화시킬 수 있다는 것을 시사 받을 수 있다. 그러므로 움직임을 매개로 하는 심리운동의 기전을 뇌 과학적 접근을 통해 이해하는 것은 우리 아이들을 이해하는데 매우 필요한 과정이라고 판단된다.

따라서 본 연구의 목적은 심리운동과 뇌 기능간의 관계와 관련된 국내외 문헌들을 고찰하여 심리운동의 기전을 뇌 과학적 관점에서 규명하여 아동 치료 영역에서 활동하고 있는 교사, 치료사, 및 아동의 부모들에게 뇌 생리적 관점에서 심리운동의 기전에 대한 이해를 높일 수 있는 기초자료를 제공하는데 있다.

## 2. 연구방법

본 연구는 문헌고찰 중심의 서술적 연구로서 심리운동과 뇌 기능간의 관계를 중심으로 고찰하였다. 최근 20년 간 발행된 국내 학술자료는 RISS, DBpia, KISS 등의 전자데이터베이스를 이용하였고, 국외학술자료는 ScienceDirect, PubMed, EBSCOhost 등의 전자데이터베이스를 이용하여 검색하였다. 검색어로는 심리운동(psychomotorik), 뇌기능(brain function), 뇌 발달(brain development), 학습(learning), 정서(emotion), 자기효능감(self-efficacy) 등의 중심단어를 사용하였다. 검색된 문헌 중 본 연구의 목적에 부합되는 문헌들(학술논문, 보고서 및 전문교재)을 중심으로 검토하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 뇌 과학적 관점에서의 뇌 발달에 대한 이해

뇌는 기본적으로 세포인 뉴런(neuron)들로 이루어져 있다. 인간이 태어나기 전 임신 10-26주 후 분당 25만개의 뉴런들이 생산된다고 추정된다. 태어난 후 뇌에서 뉴런들 간의 연결이 가장 뚜렷하게 나타나는데, 뉴런들은 하나당 몇 천 개의 뉴런들과 연결 될 수 있고, 뉴런들은 새로이 생산되고 오래된 뉴런들은 강화 되거나 제거되기 때문에 이들의 변화는 엄청나게 나타난다. 그렇다면, 영아기 부터 아동기 때까지 이루어지는 신경학적 변화들은 어떻게 나타날까? 어떻게 이 신경학적 변화들이 영·아동기에 나타나는 행동 변화에 영향을 주는가? 그리고 영·아동기의 발달 시기에 보이는 다양한 변화들이 움직임 교육에 어떤 영향을 주는 지에 대한 이해가 먼저 필요하다고 사료된다.

### 3.1.1 뇌의 구조와 기능

인간의 뇌는 어떤 구조물이라기보다 수없이 많은 신경계가 그물처럼 뻗어 수백만 개의 신경세포와 상호작용하는 정보처리계이다. 뇌 안에는 정보를 처리하는 약 천억 개의 뉴런(neuron)과 뉴런보다 10배 정도 많으며 뉴런을 지지하는 역할을 하는 신경교세포(glia)로 구성되어져 전기화학적 신호의 조합을 통해 이루어진다. 그리고 수십 개에서 수 만개에 이르는 시냅스(synapse)를 통해 분비된 신경전달물질을 조절하면서 다른 뉴런들과 끊임없이 교류한다. 성인의 뇌 무게는 신체무게의 약 2% 정도이지만 신체 에너지(산소와 영양소)의 20~30%를 사용할 정도로 매우 중요하고 역동적이다. 중추신경계는 뇌와 척수로 이루어져 있으며, 후방에 위치하고 신경계의 통합중추, 명령중추로 작용한다. 뇌는 대뇌(cerebrum), 소뇌(cerebellum), 뇌간(diencephalon)으로 구분할 수 있는데 각각의 구조는 운동을 수행할 때 운동조절에 중요한 역할을 담당한다. 대뇌는 좌·우반구 형태로 구성되어 있으며, 좌뇌는 몸의 우측을 우뇌는 몸의 좌측을 조절한다. 좌뇌는 주로 논리적, 체계적, 분석적, 언어적 기능을 담당하며, 우뇌는 전체적, 창의적, 시공간적, 미적, 비언어적 기능을 수행하는 것으로 알려져 있다[11]. 좌뇌와 우뇌는 뇌량(corpus callosum)을 통해 좌우뇌의 정보가 교환되고 통합 처리된다. 대뇌피질은 대뇌를 둘러싸고 있는 주름진 표피로 사고, 판단, 창조, 언어 등 인간 고유의 정신활동이 실현된다. 뇌는 보통 뇌의 바깥층인 피질(cortex)과 깊은 곳에 있는 피질하(subcortex) 영역으로

나누기도 하는데, 피질은 네 개의 엽(lobe) 즉, 사교 및 신체의 움직임과 관련이 있는 전두엽(frontal lobe), 듣고 보고 들은 것을 기억하고 처리하는 기능을 하는 측두엽(temporal lobe), 감각피질로 접촉, 온도, 위치와 같이 유입되는 감각을 처리하는 두정엽(parietal lobe), 및 시각정보를 처리하는 후두엽(occipital lobe)으로 나누어진다. 이처럼 뇌의 전반부인 전두엽과 측두엽의 앞부분은 입력된 정보를 과거의 경험과 통합하여 미래 행동을 계획 및 수행하는 일에 관여한다. 그리고 뇌의 후반부인 측두엽의 뒷부분과 두정엽 그리고 후두엽은 외부세계를 지각하는 일에 관여한다. 대뇌피질 아래쪽의 대뇌변연계는 식욕 및 개체 및 종족유지에 필요한 성욕 등의 본능적 욕구와 관계가 있으며 슬픔이나 분노 등 감정이 발생하는 곳이다[12]. 대뇌변연계의 영역 중 부정적 기억과정과 관련이 있는 편도체(amygdala)와 경험을 학습하고 장단기 기억을 통합적으로 관리하는 해마가 있다. 소뇌는 뇌교(pons)와 연수(medulla oblongata) 뒤에 위치하고 있으며, 근육운동의 조절과 평형감각의 역할을 한다. 간뇌(diencephalon)는 감각기관로부터 전달된 정보를 대뇌피질에 연결시켜 주는 역할을 하고, 혈관과 내장의 활동을 한다. 또한 시상(thalamus)은 신체의 운동기능을 촉진 또는 억제하는 역할을 하며, 시상하부(hypothalamus)는 체온, 혈당량, 시상과 혈압 등을 조절 관리하여 체내의 항상성(homeostasis)을 유지하는 역할을 한다. 뇌하수체(pituitary gland)는 호르몬을 분비하여 인체의 기능을 조절하고, 중뇌는 흥채 수축, 안구운동 등 청각과 시각의 신경로에 관계한다. 뇌교는 소뇌피질과 대뇌피질로 정보를 전달하는 중간도로로서의 역할을 하며, 연수는 생체시스템의 중추로서 호흡, 소화, 심장박동 등 생명유지에 필수적인 활동을 한다. 또한 삼위일체의 뇌 이론[13]에서 뇌간(brain stem)은 순환, 소화, 호흡 등 생명을 유지하는 일을 주된 임무로 하여 '생존 뇌'라 불린다. 변연계(limbic system, 구피질)는 생존(방어와 생식)과 관련된 반응에 대한 감정 및 기억과 밀접한 관련이 있으며, '감정 뇌'라 불린다, 대뇌피질(cerebral cortex, 신피질)은 언어를 토대로 분석하고 종합하고 기억하고 판단하고 창조하는 인간 고유의 정신활동이 이루어지고, '생각 뇌'라 불린다. 이처럼 호흡과 호르몬 작용 같은 생명작용, 다양한 감정 활동, 기억과 학습, 상상과 집중 등 인간의 모든 정신활동은 뇌간, 변연계, 대뇌피질의 3층 구조를 기반으로 이루어진다.

### 3.1.2 연령별 뇌 발달에 대한 이해

#### 3.1.2.1 영아기의 뇌 발달의 특징

아이가 태어나서 성장하는 동안 보이는 다양한 능력의 발달 곡선은 피질부위의 발달순서와 일치한다. 그 결과, 생후 1개월 무렵에는 감각동작피질(두정엽 일부와 전두엽 일부)에서 집중적인 활동이 이루어졌고, 생후 3개월에는 측두엽과 후두엽의 발달이 이루어진다. 그리고 8개월 무렵에는 전두엽의 활동이 증가하였다. 영아기의 뇌 발달에서 첫째, 생후 2년간은 아이의 뇌가 폭발적으로 성장하는 시기이라고 할 수 있다. 갓 태어난 신생아의 뉴런들은 미숙하고, 축색돌기를 보호해주는 수초 역시 부족하다. 그럼에도 불구하고 자신이 태내에서 들은 소리를 기억할 수 있으며, 신생아들은 후각기억도 본능적으로 가지고 있다. 예를 들어 울고 있는 신생아에게 태내의 소리를 녹음해 들려주면 조용히 잠이 든다. 그리고 엄마의 양수를 코에 가까이 댈 경우 엄마의 양수와 다른 사람의 양수냄새를 구분한다는 연구결과도 있다. 이 시기에 활발하게 활동하는 뇌 부위는 대뇌피질이 아닌 뇌간과 일부 변연계와 같이 생존과 관련된 문제를 조절하는 부위들이다. 나머지 변연계와 피질의 발달은 출생 이후 점차 활발히 이루어지지만 각 태어난 신생아의 뇌간은 이미 어느 정도 발달한 상태라서 심장박동, 혈압, 호흡을 완벽히 조절한다. 변연계 중에서도 생존과 밀접한 편도는 출생할 당시부터 상당히 발달한 상태이다. 또한 출생 직후 영아기의 뇌 무게는 350g 정도로 성인 뇌의 25%이지만, 생후 1년 만에 1,000g에 이르게 된다. 이후 생후 3년간 꾸준히 뇌 무게는 증가되며, 이 무렵 뇌 무게의 급격한 증가가 나타나는 이유는 네 가지 엽에서 이루어지는 물리적 기초공사와 관련이 있다. 그러다 보니 이때 특정 감각이 박탈될 경우 그 감각을 담당하는 엽의 신경망(시냅스)가 제대로 형성되지 못할 가능성이 높다.

#### 3.1.2.2 유아기의 뇌 발달의 특징

유아기에는 뇌량의 앞부분이 발달되고 이로 인해 뇌량의 앞부분과 연결된 전두엽의 발달도 촉진된다. 뇌량의 앞부분이 발달한다는 것은 곧 유아기에 전두엽의 발달을 촉진하는 자극과 활동과 양쪽 뇌의 교류가 필요하다는 것을 의미한다. 유아들이 하는 대부분의 다양한 움직임은 전두엽의 동작피질 발달과 뇌량 발달에 기여한다. 뿐만 아니라 교사, 부모, 또래와 하는 대부분의 정서적 교

류 경험 역시 유아의 전두엽에 중요한 영향을 미친다. 3-6세까지는 전두엽의 시냅스 형성이 활발하기 때문에 상상이나 호기심을 촉진하는 활동이 많이 필요하다. 그리고 유아기에는 영아기에 비해 시냅스 형성은 감소되지만 이미 시냅스 밀도가 안정되면서 뇌 무게의 증가 역시 안정을 찾는다. 여기에서 우리가 알아야 하는 것은 인지적 학습자극을 줄 때면 시냅스가 형성될 것이라 생각하지만, 사실은 유아가 하는 모든 활동, 예를 들면, 유치원에서 자전거타기, 공놀이, 정글짐 오르기, 모래놀이, 소꿉놀이 등 다양한 움직임과 놀이 등 또래와의 관계 경험과 교사와의 교류 경험 및 가정에서의 부모와의 관계 경험 등 모두가 시냅스 형성에 중요한 영향을 준다.

#### 3.1.2.3 아동기의 뇌 발달의 특징

아동기 뇌량(corpus callosum)의 발달을 살펴보면, 맨 앞부분의 발달이 활발하던 유아기와 달리 발달 영역이 중앙 부분으로 이동 성장한다. 이는 뇌량의 발달이 중앙으로 이동하는 것과도 밀접한 관련이 있는데, 언어기능과 연상적 사고를 담당하는 칼로솜이스투스(callosal isthmus)는 7-12세 내내 80퍼센트 이상의 성장률을 보인다. 그러다가 13세 이후가 되면 이 부위의 성장률이 다시 25% 이하로 현저히 감소한다. 아동기에는 측두엽(언어 능력)과 두정엽(공간지각 능력)의 시냅스 형성이 활발해진다. 이는 곧 아동기가 언어 발달에 중요한 시기임과 동시에 오감을 종합하여 환경을 인지하고 적응하는 능력이 발달하는 시기임을 말해준다.

### 3.1.3 특수아동의 뇌 발달에 대한 이해

#### 3.1.3.1 ADHD 아동의 뇌 특성

ADHD 아동과 일반아동의 뇌 영상을 비교한 결과, 양측 전두엽과 측두엽 크기가 ADHD 아동에서 상당히 작은 것으로 나타났다. 양측 전두엽과 측두엽은 주의체계의 일부로 행동을 조절하는 데 중요한 역할을 한다. 특히 아동의 전두엽 발달이 제대로 성장하지 못할 경우, ADHD 아동에게 정서조절이나 충동조절 문제가 유발된다. 그리고 ADHD 아동의 뇌는 동일 과제를 수행하는 동안에도 일반아동의 뇌와 완전히 다른 뇌 부위가 활성화되고 달리 기능하는 것으로 나타났다. 이것은 실행적 통제기능의 손상으로 인해 ADHD 아동은 일반아동이 인지 과제를 해결할 때 활용하는 뇌 부위의 기능을 못 한다는

것을 의미한다. 그리고 ADHD 아동의 낮은 주의집중력은 행동조절과 주의집중을 담당하는 신경전달물질이 조화롭게 균형 있게 조절 안 되는 것도 그 원인이 있는 것으로도 판단된다. 따라서 노르에피네프린과 도파민 같은 신경전달물질이 부족하면 경계성과 각성에 영향을 주며, 세로토닌이 낮게 분비되면 엉뚱한 행동이나 충동성으로 이어질 가능성이 높다. 더욱이 이런 문제가 지속적인 행동패턴으로 자리를 잡게 되면 교사와 부모에게 부정적 피드백을 자주 받게 되고, 효과적이고 적시적인 중재를 못할 경우에는 우울증이나 분노가 나타날 수 있다.

### 3.1.3.2 자폐아동의 뇌 특성

자폐아동의 뇌의 구조에서 일반아동과 큰 차이를 보인다. 그 중 발달과 관련해 가장 현저한 특징을 들어보면, 머리의 크기가 비정상적으로 작다는 점이다. 최근의 뇌 영상 연구에서는 자폐증상의 원인 중 하나가 출생 이후 비정상적인 뇌 발달 때문인 것으로 나타났다. 이를 ‘성장 조절장애가설’이라 하며, 이 가설에서는 자폐아동의 해부학적 이상이 발생하면서 유전적 결함에 기인한 뇌 성장의 잘못된 조절 때문이라고 본다. 연구자들은 출생 시 자폐아동 48명의 머리 크기가 더 작음을 발견했다. 그러나 출생 직후 2개월간과 6-14개월에 갑작스럽게 증가했다. 이러한 갑작스럽고 비정상적인 빠른 성장은 뇌의 손상을 예측하게 한다. 연구자들도 5세 무렵 자폐아동의 머리 크기가 청소년기의 보통의 십대들의 뇌와 유사함을 발견했다. 그러나 성인이 되면 자폐아동과 일반아동의 뇌 크기에 별 차이가 없었다. 부모들의 경우 비록 자녀의 자폐증세가 나타나면서 아이들의 뇌 성장이 특이하게 빠른 것을 보면 아주 당황스러울 수 있다. 왜냐하면 일반적으로 뇌 부피가 더 많으면 결함보다 이점이 많을 것이라고 부모들이 착각할 수 있기 때문이다. 그러나 자폐아동의 경우에는 백질(white matter)이 과도하게 증가하여 뇌 균형에 맞지 않게 뇌 부피가 증가한 것이기 때문에 일반아동과는 차이가 있으며, 어떤 면에서는 뇌 세포가 너무 많아 제대로 연결되지 못해 기능장애가 일어날 수도 있다는 것을 보여주는 것이다. 그러므로 영아기에 갑자기 급속도로 진행된 뇌 성장이 조기 경고신호가 되어, 언젠가는 자폐의 조기 진단과 효과적인 생물학적 중재나 예방이 가능할 것이다. 그리고 일반적으로 보이는 자폐아동들의 현저한 특징은 응시회피이다. 이런 눈 맞춤 회피 경

향은 자폐증의 주요 특징으로 아동에게 자폐증이 있다는 가장 초기의 지표이다. 과거에는 연구자들은 자폐아동의 응시회피가 얼굴지각과 관련된 뇌 부위인 방추회(fusiform gyrus)의 결함 때문이라고 생각했지만 최근 연구에서는 대부분의 자폐아동의 경우 방추회 영역의 뇌 구조가 정상인 것으로 나타났다. 하지만 자폐아동들은 신경전달물질의 분비에 있어서는 차이가 있는 것으로 나타났다. 많은 연구에서 자폐에 미치는 영향을 파악하기 위해 다양한 신경전달물질들을 주목하고 있는데, 그 중 세로토닌이 자폐와 관련된다는 증거가 가장 많았는데, 자폐 아동의 약 25%는 세로토닌 수준이 매우 높았다. 반면 선택적으로 세로토닌의 재흡수를 억제했더니 일부 자폐아동의 증세가 완화되었다. 하지만 무엇보다 자폐아동들이 보이는 주요 특징적인 증세는 다른 사람의 마음을 읽지 못한다는 점이다. 즉 자폐아동들은 타인의 관점에서 상황을 바라보거나 다른 사람의 동기와 정서를 이해하기 어렵다는 것이다. 최근 연구자들은 자폐아동의 공감부족이 거울뉴런 체계의 결함 때문이라고 주장한다 [14]. 뇌 영상과 뇌파 연구에서는 통제집단에 비해 자폐아동의 거울뉴런(mirror neuron) 체계가 활성화되지 않은 것으로 나타났다. 특히 뇌의 전두엽 피질의 일부이면서 움직임을 조절하고 의도를 판단하는 기능을 하는 하전두이랑에서의 거울신경체계가 활성이 떨어졌으며, 이것이 자폐아동이 타인의 의도를 제대로 이해하지 못하는 증상을 보이는 것 같다. 그리고 통증과 혐오반응에 관여하는 선(insula)과 감정이입과 타인의 감정에 대한 조절을 하는 전방대상피질(anterior cingulate cortex)에서의 거울신경 체계의 이상은 감정이입의 결여와 같은 증상을 야기할 수 있으며, 언어적 의미 이해 및 지각정보 통합을 담당하는 각이랑(angular gyrus)에서의 결핍은 언어장애로 나타날 수 있다. 그리고 자폐아동들은 소뇌와 뇌간에 도 구조적인 변화가 있다.

### 3.1.3.3 주의결핍 과잉행동 아동의 뇌 특성

주의결핍 과잉행동 아동은 집중력 부족, 짧은 주의기간 및 안절부절 못하는 행동 등과 같은 증세를 보인다. 이런 증세를 나타내는 대부분의 아동은 너무 산만해서 정상적인 놀이와 학교교육이 불가능할 정도이다. 일부에서는 아동의 이런 증세에 대해 잘못된 양육의 결과라거나 태도와 관련된 문제에 불과하다고 말하기도 하지만,

두뇌영상연구에서는 주의결핍 과잉행동 아동의 그런 행동을 거의 확실하게 설명해주는 인지신경과학적 증거를 제시하고 있다. Liotti, Pliszka, Perez, Kothmann, & Woldorff[15]에 따르면 주의결핍 과잉행동 아동의 뇌는 충동을 조절하고 행동을 계획하는 것과 관련된 전전두피질(prefrontal cortex)의 활동과 일정한 자극에 주의를 고정하는 것과 관련된 전대상(anterior cingulate)의 활동이 현저하게 부족한 것으로 나타났다. 그리고 여러 부위에서 온 자극을 통합하는데 관여하는 것으로 보이는 상부 청각피질 부위도 활성화되지 않는 것으로 보고되고 있다.

### 3.2 심리운동과 뇌 기능에 대한 관련성 이해

#### 3.2.1 학습과 뇌 기능의 관련성

뇌가 교육자들의 관심을 끄는 이유는 무엇보다도 기억, 학습, 문제해결과정의 중추적인 역할을 뇌가 하고 있기 때문이다. 지금까지 밝혀진 학습과 뇌의 관련성을 정리해 보면 학습은 내부 또는 외부로부터의 정보와의 상호작용을 통해 뇌 내 신경망에 유전적 또는 화학적·물리적 변화가 일어나는 과정이며, 기억은 그 결과로서 남는 흔적이라고 정의된다[16]. 정보처리과정 중에 있는 대부분의 정보는 단기기억(short-term memory)의 상태로 있다가 그 이후 계속된 자극을 통해 정보처리 후 흔적으로 남게 되는 정보는 장기 기억(long-term memory)의 내용이 된다[17]. 학습은 경험으로 인해서 우리의 신경계, 특히 뇌가 변화한 결과로 우리가 느끼고, 지각하고, 사고하고, 계획하고, 행동하는 방식으로 변화하는 과정을 말하고, 뇌에서 일어난 이러한 변화하는 과정의 결과물이 기억이라고 한다[18]. 이처럼 인간이 학습하고 경험할 경우에는 뉴런의 주요 기능으로 뇌에 화학적·물리적 흔적을 남기게 되며, 학습한 후에는 일반적으로 새로운 시냅스가 형성되거나 신경망의 재구성이 유발됨으로 뇌가 변화하는 것이다[19]. 따라서 기억과 학습의 본질은 많은 시냅스를 가진 복잡한 회로인 뉴런을 통해 새로운 회로의 형성 혹은 변화가 곧 새로운 학습을 의미한다[20].

#### 3.2.2 정서와 뇌 기능의 관련성

정서를 받아들이는 데 중요한 역할을 편도체(amygdala)가 한다. 편도체는 감각연합영역과 후각구와 연결되어 있으며, 또 다른 집단은 편도를 뇌간 및 시상하부와 연결된다[21]. 이렇게 다양한 연결회로들이 연결되어 변연계

를 구성하고 있기 때문에 뇌와 몸 전체에서 정서적 사건을 발생하거나 조절하도록 하는 정보를 정확하게 수용하고 전달하는 것이 가능한 것이다[22]. 또한 편도체는 인간이 생존에 위협을 받는 극단적인 상황이 아니더라도 부정적인 정서를 유발하는 사건에 민감하며, 부정적인 상황 역시 회피하고자 하는 경향을 보인다[23].

#### 3.2.3 자기효능감과 뇌의 관련성

주도적으로 학습에 참여하여 목표, 전략, 및 평가의 과정에서 스스로 선택권을 가지는 것은 아이의 자신의 잠재력을 발견과 더불어 긍정적인 자아개념의 향상을 유발하게 하며, 지적 열정을 증가시켜 자기효능감을 높이는 효과를 보인다. 자신에 대해 갖게 되는 긍정적인 생각은 학습자가 긍정적인 자아인식을 가지게 만드는데 이러한 긍정적인 자아인식은 뇌 과학적인 관점에서 보면 감성과 연결된다. 감성은 뇌의 이성적 부위의 통제를 거치면서 순화된 상태로 나타나는 감정으로 학습에 여러 가지 영향을 준다. 감성은 뇌 안에서 크게 두 가지 기제를 통해서 나타난다. 첫 기제는 감성이 만들어지는 신경회로를 포함한 뇌 부위들인데, 변연계(limbic system)와 대뇌피질(cerebrum cortex)의 전두엽(frontal lobe)이 있다. 먼저, 변연계란 원초적이고 본능적인 감정을 일으키는 부위로서 시상하부(hypothalamus), 후각구(olfactory bulb), 뇌하수체(pituitary gland), 편도(amygdala), 해마(hippocampus) 등의 구조물들을 하나로 묶어서 부르는 집합체를 말한다[24]. 시상하부는 애국심, 우정, 사랑과 같은 상위 감정을 조절하며 뇌하수체와 더불어 체내 호르몬의 분비를 조절하며, 편도는 성냄, 기쁨, 공포, 슬픔과 같은 하위 감정을 조절하는 것으로 순간적인 초기 감정을 일으키는데 관여한다. 후각구는 뇌하수체는 시상하부의 아래쪽에 매달려 있는 내분비기관으로 후각과 관련이 있으며, 여러 가지 호르몬들을 분비한다. 해마는 단기 기억을 장기기억으로 전환하는 기능을 하는 기관으로 여러 가지 감각기관을 거쳐서 들어온 정보신호를 기억상으로 바꾸어 사람의 기억회로 속에 남겨 준다[25]. 그리고 대뇌피질의 전두엽, 특히 우반구의 전두엽 부분은 변연계의 여러 영역에서 올라온 감정을 통제 조절하여 보다 세련되고 사회화된 감정으로 바꾸어 주는 역할을 한다. 변연계 영역의 반응은 거칠고 빠른 반면에 전두엽 영역의 반응은 섬세하고 느리다. 전두엽은 변연계로부터 오

는 어떤 신호에는 반응하지 않음으로써 감정을 조절 완화시키고, 보다 구체적이고 이성적인 반응을 하도록 관리한다[26]. 그리고 대부분 학습자는 다양한 경험을 통해 자기 자신에 대해 긍정적 혹은 부정적인 감정을 가지게 되는데, 이러한 초기의 감정을 긍정적이거나 또는 부정적인 자아인식으로 전환시켜 학습에 영향을 주는 것이 전두엽이다. 두 번째 기제는 신경회로의 연결부위인 시냅스에서 감성을 전달하는 기능을 하는 신경전달물질이다. 이러한 신경전달물질은 신경세포 사이의 연결 부위인 시냅스를 통해 화학적 신경정보 전달의 중간 역할을 하는 분자들을 말하며, 신경전달물질의 성분은 일반적으로 내분비 호르몬과 비슷하다. 현재 약 50-100가지 종류의 신경전달물질이 존재하는 것으로 추정되고 있으나, 감성을 전달하는데 보다 많이 활용되는 신경전달물질에는 에피네프린, 노르에피네프린, 코티졸, 세로토닌, 엔도르핀, 도파민 등이 있다[24]. 일반적으로 노르에피네프린, 에피네프린, 코티졸 등의 신경전달 물질이 일정 범위의 농도를 생성되고 유지하며 소모될 때 아동들의 뇌는 가장 안정적일 감성상태가 유지된다. 예를 들면, 노르에피네프린의 농도가 지나치게 높으면 신체 전반에 스트레스 반응이 강하게 촉발되는 요인이 될 수 있고, 반대로 지나치게 낮으면 우울증이 유발될 수 있다. 코티졸은 위험한 상황에서 다량으로 분비되어 심장박동수를 늘리고 신체적으로 근육을 수축시켜 방어 작용에 이용된다. 엔돌핀과 세로토닌은 학습자의 행복감을 높여줄 뿐만 아니라 자기 자신의 학습에 대해 긍정적인 감정을 지니게 만든다. 특히 엔돌핀 중 하나인 베타 엔돌핀은 인체가 느낄 수 있는 고통을 감소시키며 행복감을 증가시킨다. 반면에 만성적으로 높은 코티졸의 농도는 변연계의 일부이자 장기기억으로의 전환 중추인 해마의 신경망이 손상될 가능성이 있다[26]. 그러므로 학습자가 과도한 스트레스를 지속적으로 받게 되면 기억능력이 저하될 뿐만 아니라 감성 상태도 함께 떨어진다[24]. 신경전달물질은 학습 과정에서 학습자가 가지게 되는 자아인식에 영향을 준다. 이처럼 감성에 대한 뇌 과학적 연구결과들을 정리해 보면 이성적 사고의 중추로서의 대뇌피질과 감성의 중추로서의 변연계가 상호작용을 할 때 최적의 학습이 가장 효과적으로 만들어 진다는 것을 시사하고 있다.

### 3.2.4 공감능력과 뇌의 관련성

전측대상피질(anterior cingulate cortex)과 뇌섬(insula)은 타인의 고통을 자신의 고통처럼 체화하여 공감하는데 기여하고 공감의 척도와 양과 밀접한 상관관계가 있는 영역이다. 그리고 공감의 척도와 양과 관련이 있는 또 다른 것은 자신이 직접 행동을 할 때뿐만 아니라 누군가가 같은 행동을 하는 것을 볼 때도 발화되고 또한 상대방의 표정을 보거나 흉내 낼 때도 활성화되는 거울신경세포시스템이다. 거울신경세포시스템은 전운동피질(premotor cortex)과 하측두정엽(inferior parietal lobule)에 분포하는 거울신경세포들로 이루어진 뇌 회로이다. 그러므로 거울신경세포시스템은 집단 내의 구성들의 행동을 일치시켜 서로 간의 감정적 연결 및 협동이 잘 이루어지게 기여한다. Blair[27]는 공감을 정서적 공감(emotional empathy)과 운동적 공감(motor empathy)로 구분하였는데, 정서적 공감은 뇌섬과 전측대 상피질이 담당하는 반면에, 운동적 공감은 거울신경세포 시스템이 관여한다고 주장하였다. 그리고 안와전두피질도 의사결정 및 공감에 관여하는데, Damasio[28]는 신체표지자설(somatic marker hypothesis)을 제안하면서 안와전두엽이 의사결정에 중요한 역할을 한다고 주장하였다. 또한 Shamy-Tsoory[29]는 공감을 인지적 공감(cognitive empathy)과 정서적 공감(emotional empathy)으로 구분하였는데, 인지적 공감을 담당하는 뇌 영역이 안와전두엽이라면, 정서적 공감에 관여하는 부위는 전측대상피질과 뇌섬이라고 주장했다.

### 3.2.5 신체움직임과 뇌 기능의 관련성

신체움직임과 뇌 기능의 관련성을 살펴보면 신체움직임이 전정기관(vestibular organ)을 자극하여 주의집중력을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 신경세포망 생성을 도와 인지기능을 발달을 가져올 수 있다는 것이다. 먼저 신체움직임이 전정기관을 자극하여 주의주의력을 향상시킬 수 있다는 입장을 살펴보면, 전정기관은 소뇌의 통제를 받으며 망상활성화(reticular activation) 체계를 조절 관리를 하는데, 망상활성화체계는 주의집중체계에서 중요한 기능을 하는 것으로 파악된다[30]. 연구자들은 이러한 관련성을 활용하여 구르기, 뛰기, 그네타기와 같은 다양한 신체움직임들이 전정기관을 자극시켜 주의집중 및 이완을 증가시킬 수 있다고 주장한다[31]. 그리고 신체움직임이 신경세포망 생성을 도와 인지기능을 발달을 가져

올 수 있다는 관점에서 보면 신체움직임이 뇌에서 서로 연락을 취하는 역할을 하는 수십만 개의 신경세포망을 생성하고, 신경세포망이 증가할수록 뇌에서 이루어지는 지적 사고과정은 더욱 고도화된다는 것이다[30,32]. 또한 신체움직임은 소뇌, 기저핵, 뇌량 등 두뇌의 모든 주요 부위를 강하게 하고 뉴런의 성장과 뉴런과 시냅스의 형성을 촉진하는 BDNF(Brain-Derived Neurotrophic Factor)를 분비한다[33]. 이와 같은 연구결과들을 종합해 보면 다양한 신체움직임의 체험을 통해 아동의 주의집중과 이완 및 인지기능이 좋아진다면 아동의 문제해결능력도 향상될 수 있을 것이다.

#### 4. 논의 및 제언

따라서 본 연구의 목적은 심리운동과 뇌 기능간의 관계와 관련된 국내외 문헌들을 고찰하여 심리운동의 기전을 뇌 과학적 관점에서 규명하여 아동 치료 영역에서 활동하고 있는 교사, 치료사, 및 아동의 부모들에게 뇌 생리적 관점에서 심리운동의 기전에 대한 이해를 높일 수 있는 기초자료를 제공하는데 있다.

뇌 과학 관점에서 본 심리운동의 기전과 관련된 국내외 문헌들을 고찰하여 심리운동의 움직임을 통해 생애초기의 긍정적인 학습 환경과 다양한 신체경험은 뇌 생리적 관점에서 매우 중요하며, 아동이 움직이면 움직일수록 학습은 더욱더 증진되고, 건강한 정서조절 능력이 함양되어 뇌의 최적화 가능성이 높다는 것을 알 수 있었다. 특히 뇌 발달과정에서 아이는 두뇌는 10세까지 폭발적으로 증가하여 20세까지 가지치기를 시작하는데[34], 이때 심리운동을 개입한다면 더욱 효과적인 두뇌 성장을 이룰 수 있을 것이다. 또한 몸을 통해 심리적인 표현 활동을 하는 심리운동은 아이들의 정서 조절, 긍정적 자아형성, 자아정체성 확립에 도움을 줄 것이라고 사료된다. 아이가 성장하면서 경험하게 되는 발달과제를 성공적으로 수행하기 위해 제일 필요하고 중요한 것은 특출한 능력이나 객관적으로 측정된 높은 아이큐(IQ)가 아니라, 오히려 아이 자신이 가지는 ‘주관적 자신감’이다[7,8]. 왜냐하면 아이는 실제 능력과는 무관하게 나는 할 수 있고, 또 해낼 수 있다는 신념이 강한 아이일수록 자신의 잠재가능성을 충분히 발휘할 수 있기 때문이다. 이러한 자신감은

부모나 교사가 아이의 자신감을 북돋는 ‘말’ 대신 아동 스스로 자신감을 체험할 수 있는 신체움직임 과제를 직접해보도록 하는 것이 아이의 긍정적 자아상을 갖게 하는데 효과적이다[7,8]. 예를 들면, 체육관에서 아동이 스스로 거뜬히 해낼 수 있는 평균대 건너가기 등 움직임 과제를 통해 자신감을 체험해 보는 것, 혹은 육체적 심부름 등을 통해 실제 성취감을 경험하게 하는 것이 자신감 형성에 매우 중요하다[7,8]. 이처럼 감각과 운동성을 이용한 움직임과 몸으로 느끼는 실제적 성공 경험을 통해 아이는 자신감을 스스로 체화하여 차차 자신에 대한 긍정적 자아상을 형성할 수 있게 된다. 학습의 관점에서 보면 몸으로 익힌 것은 더 쉽게 이해되고, 오래 기억되고, 더 풍부하게 표현될 수 있다[35]. 이러한 관점에서 현재 독일, 스위스 등의 유럽의 유아 및 초등교육 현장에서는 국어 시간, 수학시간 등에 심리운동 개념을 이용하여 다양한 신체감각을 자극하여 아동의 학습을 수행하고 있다. 일반적으로 유아나 아동의 학습은 인지력이나 추상적 사고에 의존하기 보다는 구체적인 감각과 운동 활동을 통해 주로 더 쉽게 만들어진다. 앞에서 언급했듯이 심리운동에서는 원만한 감각운동성 발달이 아동의 전인적 ‘자아상’을 완성하는데 중요하다고 인식하고 있기 때문에 인간발달에서 감각성과 운동성이 차지하는 역할을 매우 중요하게 인식한다[7,8,35]. 오늘날 자연스런 움직임 놀이 환경을 빼앗겨 버린 우리 아이들에게 학교에서 1주일에 한 번 있는 체육시간이나 방과 후 태권도 학원에서 보내는 몇 시간만으로는 절대 전인적 발달을 기대하기 어렵다. 그러므로 아이의 전인적 발달에 뿌리 역할을 하는 감각운동성 발달 및 신체성 발달을 위해서는 아이들에게 자연스럽고 즐거운 놀이의 장이 만들어 주어져야 하며, 심리운동은 이러한 움직임과 놀이 공간을 조성하고 제공할 수 있다[7,8,35].

그러므로 신체움직임을 매개로 하는 심리운동을 향후 학습 내용에 대한 이해 수준을 넘어서서 경험 학습과 활동 중심의 체험을 중시하며, 사회적 의사소통을 통한 지식과 지식 구성 과정의 공유를 통한 실제적이고 실천적인 학습 과정을 중시하는 뇌 기반 학습패러다임의 이해와 도입을 할 필요가 있다. 왜냐하면 현재 교육현장에서 경험하고 있는 “결과중심과 교육자 중심”의 교육에서 “과정중심과 학습자 중심”의 교육으로 전환하는데 도움이 되기 때문이다. 최근 케인박사는 두뇌/마음 학습의 원



칙에서 모든 학습은 생리적 현상이며 마음과 몸이 서로 긴밀하게 연결되어 있고, 사회적 관계는 배움의 중심이므로 인간관계와 사회적 환경은 학습에도 영향을 미친다고 주장했다. 그리고 정서가 학습의 패턴화에 결정적인 영향을 주기 때문에 경험에 의한 적절한 정서와 결합될 때 학습은 더욱 효과적이라고 주장했다. 또한 체험을 통한 다양한 접근들이 학습에 더 효과적이며, 인간의 학습은 발달과정의 단계를 거치며 진행되며 발달 속에서 개인차가 고려될 때 효과적이라고 주장했다. 이러한 것들은 심리운동에서 뇌 기반 학습패러다임의 도입과 이해의 필요성을 보여주는 것이다.

따라서 심리운동의 기전을 뇌 과학적 접근을 통해 알아본 본 연구는 심리운동의 움직임과 뇌 기능간의 관계를 이해하는데 매우 중요한 기초정보를 제공했다고 판단된다. 특히 아동이 움직이면 움직임일수록 학습은 더욱더 증진되고, 건강한 정서조절 능력이 함양되어 뇌를 최적화시킬 수 있다는 가능성을 아동 치료 영역에서 활동하고 있는 교사, 치료사 및 아동의 부모들에게 이해시키는 것은 향후 우리 아이들을 잘 교육하기 위해 꼭 필요한 과정이라고 판단된다. 물론 지금까지는 심리운동 기전과 뇌 기능에 관한 연구가 많이 부족했지만 본 연구를 통해 조금이나마 더 많은 사람들이 심리운동에 대한 이해의 폭을 넓히는 계기가 되기를 기대한다.

## REFERENCES

- [1] Bong-Young Chung, "A Study on the Development of Personality and Improvement of Learning Ability based on Brain Science", Policy Research Project 2011-7, Ministry of Education, Science and Technology, 2001.
- [2] Lae-Hyok Chang, Boo-Young Lee, "Science of brain gymnastics to relieve stress", *Brain*, Vol. 54, pp. 36-37, 2015.
- [3] Lae-Hyok Chang, "When I use my body, my head gets smarter.", *Brain*, Vol. 24, pp. 42-43, 2010.
- [4] Soo-hyun Park, "Wellness: The movement revolution to change the brain", Seoul: Random House, 2010.
- [5] J. J., Ratey, "Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain", Hachette Digital, Inc. 2008.
- [6] J. J., Ratey, & E., Hagerman, "Spark!: How exercise will improve the performance of your brain", Quercus, 2010.
- [7] Suk-Jung Lee, "Understanding movement in Psychomotorik; Psychomotorik Development Diagnosis Method', Seoul General Disabled Welfare Center Psychomotorik Association, Seminar Resource Book, 2004.
- [8] Suk-Jung Lee, "Understanding the Psychomotorik for Children with Developmental Disabilities", Seoul Yangcheon-gu General Welfare Center for the Disabled, Seminar Resource Book, 2005.
- [9] Joo-Han Kim, Woo-Yeol Shin, Jung-Hyun Hahm, "Positive Emotions Make Us More Communicative: Taking Another Look at Communication Theories from the Perspectives of Positive Psychology", *Communication Theories*, Vol. 5, No. 1, pp. 86-122, 2009.
- [10] Il-Myeong Kim, "A Study on the Effect of Psychomotorik". *The Journal of Humanities and Social science* 21, Vol. 6, No. 4, pp. 193-212, 2015.
- [11] R. M., Meeusen, M. F., Piacentini, & K., DeMeirleir, "Brain microdialysis in exercise research", *Sports Medicine*, Vol. 31, No. 14, pp. 965-983, 2001.
- [12] J. E., LeDoux, "Emotion circuits in the brain", *Annual review of neuroscience*, Vol. 23, No. 1, pp. 155-184, 2000.
- [13] P. D., MacLean, "The triune brain in evolution: Role in paleocerebral functions", Springer, 1990.
- [14] L. M., Oberman, & V. S., Ramachandran, "The simulating social mind: the role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders", *Psychological bulletin*, Vol. 133, No. 2, p. 310, 2007.
- [15] M., Liotti, S. R., Pliszka, R., Perez, D., Kothmann, & M. G. Woldorff, "Abnormal brain activity related to performance monitoring and error detection in

- children with ADHD”, *Cortex*, Vol. 41, No. 3, pp. 377-388, 2005.
- [16] Joo-yeon Cho, “Principles and Methodology of the Brain-Based Creativity Education”, Seoul National University of Education, *Journal of Student Guidance*, Vol. 27, pp. 115-141, 2001.
- [17] Joo-yeon Cho, “Educational Applications of Cognitive Sciences Discoveries about Learning /Memory”, *The Journal of Elementary Education*, Vol. 12, No. 2, pp. 110-121, 1998.
- [18] Young-ha Yoon, “Memory and Learning in Brain Science”, Seoul: Hakjisa, 2001.
- [19] R. Ornstein, & R. Thompson, “The Amazing Brain”, Houghton Mifflin Company/Boston, 1984.
- [20] C., Hinton, K., Miyamoto, & B., Della-Chiesa, “Brain research, learning and emotions: implications for education research, policy and practice”, *European Journal of Education*, Vol. 43, No. 1, pp. 87-103, 2008.
- [21] Jung Mo Lee et al., “Cognitive psychology”, Seoul: Hakjisa, 2009.
- [22] J., LeDoux, “The emotional brain: The mysterious underpinning of emotional brain”, NY: Simon & Schuster, 1996.
- [23] Yu-mi Kim, “Children’s emotions through the brain”, Seoul: Hakjisa, 2005.
- [24] Joo-yeon Cho, Byung-Seung, Lee, “The Human Brain Mechanism of ‘Emotion’ and Directions of Emotion Education in the Elementary School”, *The Journal of Elementary Education*, Vol. 14, No. 3, pp. 391-410, 2001.
- [25] Man-Sang Park, “Psychobiology”, Seoul: Knowledge Industry, 1992.
- [26] R. Sylwester, “A Celebration of neurons”, Alexandria, VA: ASCD, 1995.
- [27] R. J. R., Blair, “Responding to the emotions of others: dissociating forms of empathy through the study of typical and psychiatric populations”, *Consciousness and cognition*, Vol. 14, No. 4, pp. 698-718, 2005.
- [28] A. R., Damasio, “Descartes’ error and the future of human life”, *Scientific American*, Vol. 271, No. 4, p. 144, 1994.
- [29] S. G., Shamay-Tsoory, “The neural bases for empathy”, *The Neuroscientist*, Vol. 17, No.1, pp. 18-24, 2011.
- [30] C., Hannaford, “Smart moves”, Arlington, VA: Great Ocean. 1995.
- [31] D., Clarke, “Spinning therapy calms hyperactivity, accelerates physical development”, *Brain /Mind Bulletin*, Vol. 5, pp. 2-4, 1980.
- [32] J., Pollatschek, & F., Hagen, “Smarter, healthier, happier”, International Health, Racquet, and Sports club Association Booklet, Boston, Mass, 1996.
- [33] H., Kinoshita, “Run for your brain’s life”, *Brain Work*, Vol. 7, No. 1, p. 8, 1977.
- [34] N., Vijayakumar, N. B., Allen, G., Youssef, M., Dennison, M., Yücel, J. G., Simmons, & S., Whittle, “Brain development during adolescence: A mixed longitudinal investigation of cortical thickness, surface area, and volume”, *Human brain mapping*, Vol. 37, No. 6, pp. 2027-2038, 2016.
- [35] Suk-Jung Lee, “Physical phenomenological discourse on ‘body’ in Psychomotorik”, Catholic University Department of Nursing Dongmun Professor Commemoration of founding Seminar Resource Book, 2004.

김 성 운(Kim, Sung Woon)



- 2006년 2월 : 경북대학교 체육학과 (이학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 체육교육학과 강의교수
- 관심분야 : 스포츠심리, 특수체육
- E-Mail : centhope@hanmail.net

김 우 철(Kim, Woo Cheol)



- 1987년 2월 : 경희대학교 체육학과 (체육학사)
- 1992년 8월 : 경희대학교 교육대학원 교육학과(교육학 석사)
- 2009년 2월 : 영남대학교 대학원 교육학과(교육학 박사 수료)
- 2015년 2월 : 대구한의대학교 대학원 노인의료복지학과(사회복지학 박사)

사)

- 2002년 3월 ~ 현재 : 대구보건대학교 스포츠재활학과 교수
- 관심분야 : 노인의료복지 및 인지장애(치매), 운동재활복지
- E-Mail : kwc6081@dhc.ac.kr

김 한 철(Kim, Han Cheol)



- 2003년 8월 : 영남대학교 체육학과 (이학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 특수체육교육학과 교수
- 관심분야 : 특수체육, 운동생리
- E-Mail : younghc@hanmail.net