

The Effect of Music Education Based on Brain Research and the Utilization of Music as Brain-Based Educational Methods

Yunhee Seung*

Korea National University of Education

<ABSTRACT>

Research on brain science emphasize balanced development of both right and left hemispheres in terms of education. After Roger Sperry announced his split-brain theory, it was generally thought that processing music information was the role of the right hemisphere. However, in reality, both hemispheres intervene in the process of music information and recent brain research proved that music education is activities that effectively develop the whole brain. Thus, the purpose of this study is to present the positive effects of music education based on research results of the brain science field related to music, and the fact that utilizing music in other subjects is a useful brain-based teaching method of 21st century education. For this, this study first reviewed the main brain theories and then described the concept of learning science, a concept combining brain science research findings to education. Afterwards, this study focused on literature contents suggesting the active usage of music and movement in learning. Such literature contents are about brain-based learning strategies, principles or ideas. Music education itself is a meaningful arts education and utilizing music in other subjects is a brain-based educational method where learning-enhancement and whole brain development can be expected. Therefore, the need for further research on other subjects utilizing music has been presented.

Key words : Music, Music education, Brain, Brain-based learning, Science of learning

Introduction

20세기 교육은 이성 발달을 주목표로 한 교육이었다고 해도 과언이 아니다. 20세기에는 학교와 사회에서 언어, 수학/논리 지능의 형태를 중요시함에 따라 대뇌 좌반구는 우성 뇌로 인식되기도 하였다. 그러나 인간은 좌우반구가 균형 있게 계발되지 않는다면 제한된 사고 능력에만 의존하게 될 것이다.

뇌 과학(brain science) 연구들은 교육에 있어서 좌우반구의 균형적 계발의 중요성을 강조한다. 어떠한 학습 영역에서든 요구되는 정보처리 과정이 복잡할수록 좌우반구가 모두 활성화되며 높은 수준의 사고과정은 전뇌(whole brain, 全腦)의 활동을 요구한다. 정보처리 관점에서 높은 수준의 정신적, 창의적 사고는 기억 검색을 통한 단순한 재생이 아니라 정보를 변형하거나 재구성 하는 고등 정신작용의 산출이라 할 수 있는데, 이러한 과정에는 전뇌의 작

* Corresponding Author : Yunhee Seung, yhseung@knue.ac.kr

용이 필요하다. Herrmann은 대뇌피질을 좌우반구로 나누고, 변연계를 좌우 변연계로 나눈 사고 모형을 통해 전뇌의 작용에 의한 창의적 사고(whole brain creativity)의 산출 과정을 제시하였다(Herrmann, 1991). 네 개의 사분원으로 구분된 각각의 사고 양식이 다양한 상호 작용을 통해 창의적 사고를 산출하게 된다는 그의 모형은 창의성이 주로 우반구의 작용과 밀접한 관련이 있다고 알려진 것에 비해 실제로는 전뇌의 작용으로 가능함을 나타낸 것이다.

지난 수십 년 동안 학습과 기억의 기제(mechanism)에 대한 관심이 높아짐에 따라 마음의 구조와 기능을 설명하는 뇌 과학들은 인간의 정신적 작용을 이해하는 데 많은 진보를 가져다주었다. 이에 교육에서 학습과학(science of learning)은 21세기 교수학습 방법을 위한 새로운 패러다임으로 제기되고 있다. 학습과학은 뇌의 원리, 구조와 기능, 인지와 정서, 학습과 기억 등의 다양한 뇌 과학 분야의 연구결과들을 이해하고 이를 교육에 접목하여 효율적인 학습을 위해 활용해야 한다는 접근이다.

예술교육은 그 자체로 의미가 있지만 예술 활동은 끈기, 열중, 소통, 협력, 회복력 등의 기본적인 학습능력을 강화시켜준다. 인지 및 신경과학 연구는 감성과 밀접한 관계가 있는 예술 활동이 학습의 다양한 영역을 지원한다는 것을 입증하기 시작하였다(Sousa, 2010; Cole, 2011). 연구자들은 특히 청각예술이자 시간예술인 음악에 주목한다. 인간의 뇌에서 음악정보는 어떻게 처리되는지, 음악교육의 효과는 어떠한지 등을 연구하는 많은 뇌 과학자들은 음악 교육자들 이상으로 음악 활동을 강조하고 음악 활동을 다양한 학습 영역으로 확장할 것을 제안한다.

이에 본 연구는 음악 관련 뇌 과학 분야의 연구 결과에 근거한 음악교육의 긍정적인 효과를 기술하고, 타 영역의 학습과정에서 음악을 활용하는 것은 21세기 교육에서 유용한 뇌 기반 교수학습 방법의 하나라는 것을 제시하는 데 그 목적이 있다.

Materials and Methods

Brain Theory

인간의 뇌 기능과 구조, 본질에 관한 연구는 다양한 뇌 이론과 모델을 제안하였다. 몇몇의 주요 뇌 이론을 고찰하면 다음의 <Table 1>과 같다. Gardner(1983)의 다중지능이론의 경우에는 뇌 이론이라기보다는 지능에 초점이 맞추어져 있지만, 다중지능이론은 뇌 연구를 기반으로 기술된 것이다.

Gardner는 다양한 형태의 지능은 상호 관계 속에서 비교적 독립적인 기능을 하는 것으로 보았으며, 그에 의하면 각각의 지능은 서로 다른 뇌의 영역에서 그 기능을 수행하고 작용한다.

<Table 1> Literature Review on Brain Theory

Researcher	Brain Theory
Roger Sperry (1975)	Split-brain theory
Paul MacLean (1978)	Triune Brain theory
Karl Pribram (Russell, 1979)	Holographic brain theory
Howard Gardner (1983)	The theory of multiple intelligences
Gerald Edelman (Sylwester, 1995)	The theory of neuronal group selection

초창기의 뇌 이론들은 대뇌 반구의 기능이나 역할이 서로 다르다는 Sperry의 분할 뇌 이론이나 인간의 뇌는 세 개의 뇌로 구성되어 있다는 MacLean의 삼층(중) 뇌 이론, 또는 기억은 뇌의 특정 부분에 위치하는 것이 아니라 뇌의 전체에 분포되어 있다고 믿은 Pribram의 홀로그래픽 뇌 이론과 같이 대부분 한 가지 관점의 연구를 주장하는데(Seung, 2000), 일반적으로 뇌 연구는 'reductionism'과 'holism'이라는 두 가지 관점에서 논의할 수 있다(Foster-Deffenbaugh, 1996). 그리고 이 두 가지 관점의 뇌 이론을 종합해보면 인간의 뇌는 부분적으로, 그리고 동시에 전체적으로 정보를 처리하고 저장한다는 것을 알 수 있으며 이후의 발전된 뇌 연구들은 이러한 사실들을 보다 실증적으로 입증하게 되었다.

Neuroimaging Research

20세기 후반 들어 새로운 과학 기술이 발달함에 따라, 뇌 과학 연구는 뇌 손상을 입은 환자들을 대상으로 단순히 인간 뇌의 해부학적인 양상이나 구조를 연구하던 수준을 넘어 다양한 뇌 영상(neuroimaging) 기술을 이용하게 되었다. 뇌 영상 기술의 발전으로 인해 뇌 과학 연구는 인간 뇌의 내부를 면밀하게 관찰할 수 있고 피험자가 특정한 자극을 지각하거나 인지하는 작업 중에 뇌의 어느 영역이 활발하게 작용하고 구체적으로 어떤 영역이 어떤 기능을 담당하는지를 영상으로 확인할 수 있도록 해주었다. 현대의 뇌 과학 연구는 이러한 영상 기술로 인해 인간 뇌를 이해하는데 실로 괄목할만한 성과를 얻게 되었다.

뇌 영상 연구에 의하면 인간의 대뇌 반구는 좌/우 반구가 각기 다른 방법으로 정보를 처리하지만 동시에 서로의 기능을 공유하는 좌우동형적 활동을 하는 것으로 나타난다. 좌우반구의 기능이 분화되어 있다는 뇌 기능 편재 현상에 따라 언어 능력에 있어서 좌반구가 중요한 역할을 한다는 것은 일반적으로는 과학적인 사실로 인정된다. 그러나 뇌 영상 연구에 의하면, 언어정보 처리에 있어서도 좌반구만이 그 기능을 전적으로 담당하지는 않으며 좌반구와 우반구는 그 역할이 다를 뿐 실제로 언어정보는 좌우반구 모두에서 처리된다(Bozic et al, 2010). 이와 같이 일반적으로 수용되는 뇌 기능 분화 이론에도 불구하고 어떤 영역, 어떤 과제든 단순한 과제의 정보처리보다 복잡한 과제의 정보처리에서는 어느 한쪽 반구만이 아니라 양반구가 모두 활성화 되는 것으로 연구결과는 나타나고 있다.

인간은 누구나 전뇌로 정보를 처리할 수 있다. 개인에 따라서는 정보처리 내용에 따라 좌반구 또는 우반구의 우세가 나타날 수 있지만 적절한 교육은 균형 있는 전뇌계발을 가능하게 한다(Jensen, 2008). 인간의 뇌는 좌우반구가 각각의 전문화된 기능을 가지면서 서로 상호작용 하게 될 때 비로소 정신활동이 극대화된다. 교육에 있어서도 학습능력을 강화 시켜주기 위해서는 전뇌계발 학습에 관심을 가질 필요가 있다.

Science of Learning & Brain-Based Learning

뇌 과학 연구결과는 교육방식과 교육환경에 새로운 변화를 모색하는 방향을 제시해주었다. 뇌 과학 연구 분야에서 이루어진 다양한 연구결과들을 교육에 접목시켜 새로운 교수학습 방법의 패러다임으로 학습과학(science of learning)이 제기되었다. 학습과학에서는 뇌의 기능과 작용에 대한 이해와 뇌 연구 결과를 바탕으로 하여, 학습과정에서 더 나은 결정, 더 나은 활동, 더 나은 전략, 더 나은 환경 등을 제시하고자 한다. 이를 위해 학습과학은 구체적으로 수업에서 활용할 수 있는 뇌 기반 학습(brain-based learning) 원리를 제시한다.

얼마 전만해도 뇌 연구 결과를 잘못 해석하거나 확대 해석하여 교육에 활용하는 일은 자칫 잘못된 결과를 초래할 수도 있다는 우려와 신중함이 제기되었지만(Seung, 2007), 뇌 기반 학습은 이제 교육적 원리로 제공할만한 충분한 가치가 있다고 판단하여 우리나라도 교육학 분야에서 각 교과마다 이에 대한 관심이 높아지고 있다. 다음의 <Table 2>는 뇌 기반 학습의 전략, 원리 또는 아이디어를 제시한 주요 문헌들이다.

<Table 2> Strategies, Principles or Ideas of Brain-Based Learning

Authors	Strategies, Principles or Ideas
Tileston (2005)	Strategies: ① creating an environment that facilitates learning, ② differentiating with a variety of teaching strategies that address different learning style, ③ strategies that help students make connections from prior learning and experiences to new learning, ④ teaching for long-term memory, ⑤ constructing knowledge through higher-level thinking processes, ⑥ collaborative learning, ⑦ bridging the gap between all learners, ⑧ evaluating learning through a variety of authentic assessments, ⑨ in-depth

	understanding that leads to real-world practices, ⑩ seamless integration of technology for high-quality instruction
Jensen (2007)	Principles: ① principle of change, ② principle of variety, ③ principle of developmental sensitivity, ④ principle of interaction, ⑤ principle of connectivity, ⑥ principle of memory malleability, ⑦ principle of resource consumption
Corbin (2008)	Ideas: ① constructing new knowledge, ② different ways of learning, ③ making meaning, connections, and patterns, ④ whole-brain learning, ⑤ multiple memory pathways, ⑥ physical activity and movement, ⑦ memory, learning and emotion, ⑧ reflection and self-assessment, ⑨ social interaction and learning, ⑩ time and timing

<Table 2>의 문헌들에서, ‘음악’과 ‘움직임’을 학습에 적극적으로 활용할 것을 제안한 내용들에 주목할 필요가 있다. Tileston(2005)은 정보를 장기기억으로 저장하고 필요할 때 인출할 수 있도록 사용하는 전략 중 하나로 음악의 활용을 언급하였다. 예를 들면 의미 기억(semantic memory)을 위해서는 정서적으로 깊은 인상을 주는 음악을 학습강화의 수단으로 활용하고, 절차 기억(procedural memory)을 위해서는 합창곡 읽기를 교수 전략 중 하나로 사용할 수 있으며, 정서 기억(emotional memory)을 위해서는 드라마, 역할놀이, 음악 등의 경험을 연계할 수 있다. 또한 Jensen(2007)은 뇌 기반 학습 원리 중 결합성의 원리(principle of connectivity)를 설명하며 교사들을 위한 제언에서, 학생들의 정서를 이끌어내기 위해 활용하는 음악, 게임, 드라마 등의 활동은 장기 기억을 강화하고 긍정적인 정서에 도움이 될 것이라고 하였다.

이밖에도 김유미(2002)는 뇌 기반 교수학습의 원리를 7가지로(① 학생들의 다양성을 고려, ② 풍요로운 경험의 기회를 제공, ③ 주의 사이클을 고려하고 주의 집중 전략을 활용, ④ 학생들의 정서를 활용, ⑤ 고무적인 분위기 유지 및 위협이나 무력감

감소, ⑥ 음악과 움직임을 적극 활용, ⑦ 패턴 형성과 의미 탐색의 기회를 충분히 제공) 제시하였다(Kim, 2002). 이중 ‘음악과 움직임을 적극 활용’하라는 것은 음악이 학습에 미치는 긍정적인 효과와 음악활동이 사고, 정서 표현 및 기억을 강화시키는 데 효과적이라는 뇌 과학 연구에 근거한 것이다.

Results and Discussions

Music & Brain Research Findings: The Effect of Music Education

Sperry의 분할 뇌 이론이 발표된 이후, 음악정보를 처리하는 것은 우반구의 기능으로 알려져 왔다. 그러나 음악을 구성하는 요소들(리듬, 선율(음고), 화음, 음색, 셈여림 등)을 음악 자극으로 사용하여 음악의 지각과 대뇌의 기능을 연구한 실험결과와 뇌 영상 연구결과들을 종합해 살펴보면 일관된 결론을 발견하기 어렵다. 일관된 결론을 발견하기 어려운 가장 중요한 요인으로는 피험자들의 음악적 배경과 피험자들에게 요구되는 실험과제들이 다르기 때문인 것으로 나타난다(Seung, 2000). 음악정보와 뇌의 작용을 연구한 이 분야의 연구결과들을 정리하면, 음악을 지각하고 인지함에 있어 음악가들은 우반구를 주로 사용하는 비음악가들에 비해 전뇌를 사용하며, 음악정보 처리에 관여하는 음악가 그룹의 뇌 영역은 상당히 넓은 범위에 분포되어 있는 것으로 나타난다(Peretz & Zatorre, 2005).

음악정보 처리 시 음악가들이 전뇌를 사용한다는 것은 비음악가들에 비해 음악가들은 좌우반구 사고방식의 통합이 자동적으로 이루어진다는 것을 의미한다. 이에 장기간의 음악교육이 전뇌계발에 긍정적인 영향을 준다는 뇌 연구결과들은 오래전부터 보고된 바 있다(Seung, 2000; Seung et al, 2005). 흔히 브로카(Broca) 영역은 언어 기능을 담당한다고 알려져 있지만 실제로 브로카 영역은 거의 한 세기 동안 믿어온 것처럼 언어에 특화된 기능만을 하는 것은 아니다. 브로카 영역은 언어적 문구 처리뿐만

아니라 음악적 문구 처리에서도 활성화 된다(Maess et al, 2001; Koelsch et al, 2002).

음악교육이 전뇌개발에 긍정적인 영향을 준다는 뇌 연구결과뿐만 아니라 음악교육이 타 영역의 학습능력과 기억을 향상시킨다는 연구결과도 상당수 보고되었다. 연구자들은 이러한 연구결과들을, 음악경험이란 음악을 듣고 보고 이해하며 연주 및 창작을 포함하는 다양한 능력을 향상시키는 활동으로, 이는 결국 인간의 모든 정신 활동, 그리고 높은 수준의 인지 작용을 요구하게 되기 때문이라고 해석한다. 몇몇의 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

음악과 언어는 모두 ‘소리’ 정보를 처리한다는 점에서 특히 언어 영역과 관련된 연구결과가 많은 비중을 차지한다. 연구결과에 의하면 음악과 언어는 소리 경험을 통해 청각경로를 공유하게 되는데 음악경험은 언어적 소리정보 처리에도 영향을 미친다(Intartaglia et al, 2017). 만 8세의 아동들을 대상으로 수행한 Magne 연구팀의 연구에서(Magne et al, 2006), 음악교육을 받은 아동들은 음악교육을 받지 않은 아동들에 비해 악구/문장의 마지막 음/단어의 음고(pitch) 불일치에 더 정확하게 반응한 것으로 나타났다. 이는 소리 경로의 발달은 음악과 언어 능력 모두와 밀접한 관계가 있으며 선율과 운율 지각은 공동의 신경망을 사용하는 신경학적인 매커니즘으로 이해할 수 있다(Magne et al, 2006; Kraus & Chandrasekaran, 2010). 또한 60명의 만 4~6세 아동을 대상으로 실시한 4주간의 음악프로그램은 읽기에 필요한 아동들의 사전문해력 기술(preliteracy skill)을 향상시킨 것으로 나타났고(Moreno et al, 2011a), 청소년들을 대상으로 실시한 연구에서도 악보를 읽고 연주하는 활동을 한 그룹이 대조그룹에 비해 음운 인식 능력이 향상된 것으로 나타났다(Tierney et al, 2015). 이밖에도 음악교육은 언어 기억과 언어 지능을 향상시키는 것으로 보고되었다(Ho et al, 2003; Moreno et al, 2011b).

언어 이외에 타 영역의 학습과 인지능력에 음악교육이 긍정적인 전이 효과를 가지고 온다는 연구결과는 유아부터 성인에 이르기까지 대상의 범위와 연구 내용도 다양하다. Rauscher 연구팀은 만 3~4세 유아들을 대상으로 수행한 연구에서, 2년간 피아노 개인지도를 받은 유아그룹이 컴퓨터나 노래지도

를 받은 유아그룹에 비해 시/공간 지각 능력이 뛰어나게 향상된 것을 보고하였는데(Rauscher et al, 1997) 이는 이후 과학과 수학 학습을 향상시킬 수 있는 능력이 된다는 점에서 주목을 받았다. 이후의 연구결과들도 음악교육은 수학이나 시공간 추리와 같은 인지 수행의 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다(Edelson & Johnson, 2003; Harris, 2005; Rauscher & Hinton, 2011; Geist et al, 2012). 또한 Spelke(2008)는 음악교육이 수학과 과학 학습의 기초가 되는 인지체계를 발달시키는 효과가 있음을 만 5~18세의 초.중.고등학생들을 대상으로 세 가지의 수학 및 공간 과제 실험을 통해 입증하였다. 소리 정보를 다루는 음악교육이 청각 경로를 발달시키는 과정을 통해 언어 능력을 향상시켜준다는 연구결과들처럼, 패턴(pattern)을 다루는 음악교육이 연속적이고 구조적인 내용의 흐름을 인식시키는 학습과정을 통해 수학 능력을 향상시켜준다는 연구결과들은 음악교육이 타 영역의 학습과 인지능력을 향상시켜주는 현상에 대한 과학적인 근거를 제공한다.

이밖에도 음악교육은 뇌의 구조적인 변화에 영향을 미친다(Gaser & Schlaug, 2003). 이러한 구조적인 변화는 장기간의 음악교육을 받은 음악가 그룹에서 뿐만 아니라 평균 만 6세의 아동들을 대상으로 실시한 연구에서도 보고되었다. Hyde 연구팀(Hyde et al, 2009)은 15개월 동안 건반악기를 다룬 아동 그룹과 건반악기 이외의 악기와 노래를 부른 음악수업을 받은 아동 그룹을 비교한 MRI 연구결과, 건반 악기를 다룬 아동 그룹에서 뇌의 구조적인 변화들이 관찰되었는데 이는 뇌의 가소성(brain plasticity)을 입증하는 결과이다.

Using Music in Other School Subjects

감성지능(emotional intelligence)의 개념과 이론을 처음으로 소개한 Mayer와 Salovey는 감성지능의 첫 번째 근원지(first home)는 문학, 미술, 음악, 연극이라고 하였다(Mayer & Salovey, 1997: 20). 감성지능은 인지능력 못지않게 중요한 정신능력이다.

학교 음악교육은 이성에 대비되는 의미의 감성개발이라는 20세기의 교육적 가치가 아니라, 과학적

으로 입증되는 연구결과들을 통해 감성지능과 전뇌 계발이라는 21세기의 교육적 가치 측면에서 논의되어야 할 필요가 있다. 뇌의 인지기능과 작용에 대한 과학적 이해를 바탕으로 뇌 기반 교육이라는 새로운 교육 패러다임과 뇌 기반 학습의 원리를 제시한 Jensen(2000)은 학습과정에서 '목적'을 지닌 음악의 활용을 중요시한다. Jensen은 음악을 지각하는 민감성은 우리의 뇌에 이미 내재되어 있으며, 교육과정에서 교과목으로 뿐만 아니라 학습과정에 수반되는 음악은 좌우 뇌의 사고를 통합하기 위해 유용한 도구라고 하였다.

타 학습 영역에서 음악은 교과별 목적 및 내용에 적절한 방법으로 다양하게 활용될 수 있을 것으로 보인다. 실제로 타 교과 학습에서 음악을 활용하는 경우는 종종 있지만, 아직은 과학적 이해를 기반으로 한 '목적'을 지닌 음악의 활용'이라기보다는 단순한 수단이나 일회성에 그치는 경우가 많은 것으로 나타난다. 앞의 <Table 2>에서 살펴보았듯이 뇌 기반 학습의 전략, 원리, 아이디어 중에는 음악과 움직임을 학습에 적극적으로 활용할 것을 제안하는 내용이 포함되어 있다. 음악은 정서의 안정을 위해서, 소리 경로의 발달을 위해서, 학습주제 이해에 도움이 되는 흥미를 유발하기 위해서, 약한 지능을 강화시키기 위해서, 기억을 향상시키기 위해서, 창의성을 계발시키기 위해서 등과 같은 목적을 가지고 활용될 수 있다.

이를 다중지능이론의 관점에서 보면, 언어 학습 능력이나 수학 학습 능력이 부족한 학습자들은 언어 지능이나 수학 지능이 약한 학습자일 수 있다. 이러한 학습자들에게 지속적으로 언어 또는 수학 지능을 요구하며 접근하는 것보다는 이 학습자들이 잘 할 수 있는 지적 영역으로, 가령 음악(음악지능)이나 움직임(음악지능, 신체운동지능)을 활용할 수 있도록 유도하는 것이 더 효과적일 수 있다. Kagan과 Kagan은 이런 접근 방식을 '확장'이라고 하였으며, Gardner는 '학습의 이차적 통로'라고 하였다(Jung, 2015: 382에서 재인용).

Conclusion and Implications

학교 음악교육은 음악의 아름다움을 경험하게 하는 예술교육이다. 음악 예술교육은 인간의 인지, 정서, 표현과 관련된 경험을 모두 포함하고 여기에는 복잡한 정신 과정이 요구된다. 음악을 느끼고 이해하고 표현하는 능력은 대뇌 우반구의 기능에 특화되어 있지 않다. 음악과 관련된 뇌 과학 분야의 연구결과들에 의하면, 유아동기의 음악교육뿐만 아니라 청소년기의 음악교육은 인간의 전뇌를 계발시키기 위한 가장 효과적인 통로 중의 하나다.

또한 학교 교육과정의 타 학습 영역에서 음악을 활용하는 것은 정서의 안정, 소리 경로의 발달, 학습주제의 이해와 흥미 유발, 약한 지능의 강화, 기억의 향상, 창의성 계발 등을 돕는 순기능적인 역할을 할 수 있다. 음악과 예술이 없다면, 아동들의 뇌 발달은 지연될 수도 있다는 주장은(Jensen, 2000: 247) 이제 누적된 뇌 과학 연구의 지원을 받고 있다. 인지 및 신경과학 연구는 음악 및 예술이 비예술 분야에 미치는 영향에 대한 과학적 근거와 그 방식에 주목하였으며, 특히 음악과 움직임을 학습에 적극적으로 활용할 것을 제안하였다. 이러한 방법은 교과 간의 공통 주제로의 통합이나 융합교육의 관점과는 다른 것이다. 창의적 사고 향상을 위해 예술 활동을 교수방법론에 통합한 교수 모형을 이용해 본 교사들은 타 교과목의 학습 목표에 맞게 예술을 활용하는 것이 효과적임을 입증하였다(Sousa, 2010: 266-267).

본 연구는 과학적인 연구 성과들을 근거로, 20세기 좁은 의미의 감성 계발이라는 음악교육의 교육적 가치를 보다 확장시켜 21세기 뇌 기반 학습방법으로서의 음악의 활용적 가치를 기술하였다. 교과별 또는 학교급별로 음악을 '목적'에 맞게 활용하는 구체적인 수업 설계와 방법은 후속 연구에서 다루어질 수 있기를 기대한다.

References

- Bozic, M., Tyler, L. K., Ives, D. T., Randall, B., and Marslen-Wilson, W. D. (2010). Bihemispheric foundations for human speech comprehension. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(40), 17439-17444.
- Cole, K. (2011). Brain-based-research music advocacy. *Music Educators Journal*, 98(1), 26-29.
- Corbin, B. (2008). *Unleashing potential of the teenage brain: 10 powerful ideas*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Edelson, R. J. & Johnson, G. (2003). Music makes math meaningful. *Childhood Education*, 80(2), 65-70.
- Foster-Deffenbaugh, L. A. (1996). Brain Research and its implications for educational practice. Doctoral dissertation. Brigham Young University.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books, Inc.
- Gaser, C. & Schlaug, G., (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of Neuroscience*, 23(27), 9240-9245.
- Geist, K., Geist, E. A. & Kuznik, K. (2012). The patterns of music: Young children learning mathematics through beat, rhythm, and melody. *Young Children*, 67(1), 74-79.
- Harris, M. (2005). Differences in mathematics scores between students who receive traditional Montessori instruction and students who receive music enriched Montessori instruction. Master's thesis at the University of Windsor. Ontario, Canada.
- Herrmann, N. (1991). The creative brain. *The Journal of Creative Behavior*. 25(1), 275-295.
- Ho, Y. C., Cheung, M. C. & Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17, 439-450.
- Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C. & Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *Journal of Neuroscience*, 29(10), 3019-3025.
- Intartaglia, B., White-Schwoch, T., Kraus, N. & Schön, D. (2017). Music training enhances the automatic neural processing of foreign speech sounds. *Scientific Reports*, 7, 1-7.
- Jensen, E. (2000). *Brain-based learning: The new science of teaching & training*. San Diego, CA: The Brain Store Publishing.
- _____. (2007). *Introduction to brain-compatible learning*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- _____. (2008). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Jeong, J. (2015). *Principles and practice of brain-based learning*. Seoul: Hakjisa.
- Kim, Y. M. (2002). An investigation of brain-based teaching-learning principles and application methods. *Korean Journal of Educational Research*, 40(3), 247-270.
- Koelsch, S., Gunter, T. C., van Cramon, D. Y., Zysset, S., Lohmann, G., Friederici, A. D. (2002). Bach speaks: A cortical "language-network" serves the processing of music. *NeuroImage*, 17(2), 956-966.
- Kraus, N. & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 599-605.
- MacLean, P. D. (1978). A mind of three minds: Educating the triune brain. *The 77th Yearbook of the National Society for the Study of Education*. Chicago: University of Chicago Press, 308-342.
- Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T. C., & Friederici, A. D. (2001). Musical syntax is processed in Broca's area: An MEG study. *Nature Neuroscience*, 4, 540-545.
- Magne, C., Schön, D. & Besson, M. (2006). Musician children detect pitch violations in both music and

- language better than nonmusician children: Behavioral and electrophysiological approaches. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(2), 199-211.
- Mayer, J. D. & Salovey, P. (1997). What emotional intelligence? In P. Salovey & D. Sluyter (Eds.), *Emotional development and emotional intelligence: Educational implications* (pp. 3-31). New York: Basic Books.
- Moreno, S., Friesen, D. & Bialystok, E. (2011a). Effect of music training on promoting preliteracy skills: Preliminary causal evidence. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 165-172.
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E.G., Cepeda, N. J. & Chau, T. (2011b). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*, 22(11), 1425-1433.
- Peretz I. & Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89-114.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R. & Newcomb, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, 2-8.
- Rauscher, F. H. & Hinton, S. C. (2011). Music instruction and its diverse extra-musical benefits. *Music Perception*, 29, 215-226.
- Russel, P. (1979). *The brain book*. New York: Hawthorn Books, Inc.
- Seung, Y. (2000). The importance of music education: Implications from neurological research. *Music Theory Forum*, 7, 201-225.
- _____. (2007). A Study of music teaching/learning method based on biological psychology. *Music and Korea*, 34, 399-425.
- Seung, Y., Kyong, J., Woo, S., Lee, B. & Lee, K. (2005). Brain activation during music listening in individuals with or without prior music training. *Neuroscience Research*, 52, 323-329.
- Sousa, D. A. (2010). *Mind, Brain & Education*. Translated by Lee, C. & Kim, M. (2011). Seoul: Solution Tree Press.
- Spelke, E. (2008). Effects of music instruction on developing cognitive systems at the foundations of mathematics and science. In Asbury, C. & Rich, B. (Eds.), *Learning, Arts, and the Brain*, (pp. 17-49). New York/Washington, D.C.: The Dana Foundation.
- Sperry, R. W. (1975). Left brain, right-brain. *Saturday Review*, 2, 30-33.
- Sylwester, R. (1995). *A celebration of neurons: An educator's guide to the human brain*. Alexandria: Association for supervision and curriculum development.
- Tierney, A. T., Krizman, J. & Kraus, N. (2015). Music training alters the course of adolescent auditory development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(32), 10062-10067.
- Tileston, D. W. (2005). *10 Best teaching practices*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.