

Why Do Children with Insecure Attachment Show Cognitive and Emotional Behavior Problems? : A Neurological Explanation

Yeong-Ji Lee¹, Yong-Ju Kwon^{1*}

¹Korea National University of Education

<ABSTRACT>

Students who reared in various families build peer relationships and develop social abilities in school, however, some students have emotional and behavioral problems such as school violence and anxiety disorder. One of the most important reasons for these problems are insecure attachment to parents. But there's little literatures explaining why children with insecure attachment are at more risk of developing emotional and behavioral problems from a neurological perspective. Meanwhile, even in the best institutions, orphanage care is not typical caregiving and the employees are in charge of a number of children, it is clear that the caregiving in orphanage is typical example of insecure attachment. So, the purpose of this study is to examine the effects of insecure attachment on the children's brain and to confirm the developmental catch-up effects of the children whose caring environments were improved. We reviewed neurological literatures on children who reared in orphanage and adopted from institutions. Results have been shown that major brain regions of insecure attachment are analyzed as limbic system including amygdala, ventromedial prefrontal cortex and left uncinate fasciculus. In addition, there was a neural plasticity in white matter volume, corpus callosum volume and microstructural integrity of corpus callosum. Therefore, children who have attachment disorders such as anxiety disorder may developed abnormal circuit in limbic system which plays an important role in processing emotional information. And children who have cognitive disorders such as ADHD may improved when they are provided good environment.

Key words : Children in orphanage, insecure attachment, cognitive & emotional problems, neurological explanation, neural plasticity

Introduction

학교는 제 2의 가정이라고 불릴 만큼, 대부분의 학생들이 가정 다음으로 보내는 시간이 가장 많은 곳이다. 학교에서는 가정과 달리 많은 학생들은 서로 또래관계를 형성하여 사회화 능력을 배워나가기 도 하지만, 다양한 가정환경에서 자란 아이들이 모

이는 만큼 일부 학생들은 학교 내에서 또래간의 정서적, 사회적 문제를 발생시키기도 한다. 대표적으로 요즘 대두되고 있는 학교폭력이나 학교 부적응, 불안감, 소외감 등은 실제 많은 학교 현장에서 해결해야 할 문제 중 하나로 꼽히고 있다.

학교에서 발생하는 이러한 정서적, 사회적 문제들에 영향을 미치는 변인으로는 부모변인, 개인변인, 학교변인으로 구분할 수 있다(John & Yoo,

* Corresponding Author : Yong-Ju Kwon, kwonyj@knue.ac.kr

Received March 1, 2017; Accepted March 9, 2017; Published March 31, 2017

© 2017. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

2014). 이 중 부모변인은 양육행동, 부모의 정서표현, 부모와의 애착, 부모의 지지를 포함하고 있는데, 특히 부모와의 애착 변인은 Bowlby가 제안한 애착이론을 기반으로 하여 청소년이 겪고 있는 다양한 문제들을 설명하고 있다(Lee, 2012; Allen & Hauser, 1996; Papini, & Roggman, 1992). 애착이론에 의하면, 부모와 형성한 애착이 이후 대인관계형성에서 내적 작동모델로 작용하며(Bowlby, 1973), 부모와의 불안정한 애착은 사회적 상황에서 자신이 거절을 당할 수 있다는 예상과 이에 대한 불안감 증가시키고 협상을 비롯한 사회적 능력을 저하시킬 뿐 아니라 자기 만족감을 떨어뜨린다고 설명한다(Bowlby, 1982a). 실제로 여러 선행연구에서는 부모 애착이 비행, 학교폭력과 같은 문제행동에서 중요한 조절변인이라고 증명하였다. 어린 시절 부모와 애착이 잘 형성되지 못했던 아이들은 충동적이고, 도덕심과 공감능력이 부족하며(Levy, 2000), 또래에 대한 공격성, 적대성의 경우 안정적인 애착을 형성한 유아보다 6배 높은 것으로 나타났다(Lyons-Ruth, Alpern, & Repacholi, 1993). 그리고 이러한 공격행동의 원인 중 하나로 부모와의 불안정한 애착이 입증되었으며(Eliot & Cornell, 2009), 청소년의 비행행동에서도 부모애착이 중요한 조절변인임이 입증되었다(Jin & Bae, 2012).

그러나 대부분의 선행 연구에서는 불안정 애착으로 인한 문제 행동을 인터뷰 분석, 지필검사 등의 방법을 통해 행동학적으로 설명할 뿐, 불안정 애착으로 인한 정서적, 감정적 욕구의 불충족이 왜 문제행동으로 나타나는지에 대한 설명은 아직 제공하지 못하고 있다(Follan et al., 2011; Kim, 2005; Millward, Kennedy, Towlson, & Minnis, 2007). 한편, fMRI, EEG, PET 등의 두뇌 측정 기술은 애착을 비롯한 사회적 행동의 신경생리학적 설명을 제공할 수 있으며, 두뇌 구조의 기능과 인간의 행동을 관련지어 기존의 연구방법보다 객관적이고 과학적인 접근이 가능하다(Gerhardt, 2006; Sarter, Berntson, & Cacioppo, 1996).

따라서 본 연구에서는 불안정 애착으로 인해 발생하는 인지적, 정서적, 사회적 문제 행동의 신경생리학적 원인을 뇌과학 연구들을 바탕으로 알아보고자 한다. 특히, 불안정 애착의 대표적인 사례라고

할 수 있는 고아원의 영유아를 대상으로 한 뇌과학 연구를 고찰하고자 한다. 대부분의 고아원에서는 돌보는 사람과 아이의 비율이 매우 낮으며, 돌봄의 형태도 제한되어 있다(Bakermans-Kranenburg et al., 2011). 무엇보다 고아원의 양육방식은 다수의 직원이 돌아가며 아이를 돌보는 형태로, 이는 영유아에게 안정적인 돌봄을 제공할 수 없으며 인류가 역사적으로 해왔던 전형적인 돌봄 방식이라고 할 수 없다(Gunnar, Bruce, & Grotevant, 2000; Gunnar & Van Dulmen, 2007; Tottenham et al., 2010). 실제로 고아원에서 자란 아이들이 다양한 범위의 인지적 결함뿐만 아니라 사회적 기능에서도 어려움을 겪고 있음이 나타나고 있다(O'Connor, Rutter, Beckett, Keaveney, & Kreppner, 2000; Bos, Zeanah, Smyke, Fox, & Nelson, 2010). 따라서 고아원의 영유아를 대상으로 한 뇌과학 연구를 고찰한다면, 불안정 애착이 두뇌에 미치는 영향을 파악하여 이와 관련된 문제행동을 설명할 수 있을 것이다. 또한 최근에는 입양의 형태로 고아원 영유아에게 좋은 양육환경을 제공하여, 불안정 애착과 관련된 두뇌 영역의 가소성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Almas et al., 2012; Sheridan, Fox, Zeanah, McLaughlin, & Nelson, 2012; Vanderwert, Marshall, Nelson III, Zeanah, & Fox, 2010). 이러한 연구들을 고찰한다면, 문제행동에 대한 교육현장에서의 지도방법에 있어서 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

Attachment Theory

애착이라는 용어를 가장 처음 언급한 사람은 Bowlby(1958)로서, 그는 애착을 영아와 양육자 간의 형성되는 지속적이고 정서적인 유대관계라고 하였다. 양육자가 아이에게 관심과 애정을 보여주고, 적절한 상호작용과 반응을 하면 영아는 애착 대상과 떨어지지 않으려는 근접성의 욕구가 지속적으로 나타나는데, 이 때 애착이 형성되었다고 하였다(Ainsworth, Blehar, Waters, & Wall, 1978; Hay, 1980).

애착은 질적 차이에 따라 안정 애착, 불안정-회피

애착, 불안정-저항 애착으로 나눌 수 있으며, 이러한 애착의 질은 양육자가 영아의 신호에 얼마나 민감하게 반응하느냐가 중요한 요인이 된다(Ainsworth, 1972; Bowlby, 1982b). 불안정 애착은 안정애착을 제외한 두 가지 유형이 해당되며, 불안정 애착을 형성한 유아는 양육자가 돌아와도 양육자 품에 있으려 하지 않고 저항과 유사한 행동을 나타낸다(Eglen & Farber, 1984). 이와 같이 불안정 애착을 형성한 유아는 유년시절동안 사회-감정적 기능의 문제가 발생할 가능성이 높으며, 감정 조절 또는 행동 조절에 어려움을 겪는 것으로 보고되고 있다(Bretherton, 1985; Cassidy, 1994; Sroufe, 1988). 특히 고아원 영유아는 입양이 된 이후에도 정상 아동보다 불안정 애착 패턴이 나타나며 여러 애착 장애를 겪는 것으로 나타난다(Chisholm, 1998; Handley-Derry et al., 1995; Zeanah, Smyke, Koga, & Carlson, 2005).

Materials and Methods

본 연구에서 불안정 애착으로 인한 문제행동의 신경생리학적 원인을 알아보기 위해 분석한 주요 문헌은 아래의 <Table 1>에 제시되어 있다.

<Table 1> Literatures to review on neurological mechanism of attachment disorders

Author (Year)	Title
Olsavsky et al (2013)	Indiscriminate amygdala response to mothers and strangers after early maternal deprivation
Chungani et al (2001)	Local brain functional activity following early deprivation: a study of postinstitutionalized Romanian orphans
Tottenham et al (2010)	Prolonged institutional rearing is associated with atypically large amygdala volume and difficulties in emotion regulation
Tottenham et al (2011)	Elevated amygdala response to faces following early deprivation
McLaughlin et al	Delayed maturation in brain electrical activity partially explains the

(2010)	association between early environmental deprivation and symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder
Eluvathingal et al (2006)	Abnormal brain connectivity in children after early severe socioemotional deprivation: a diffusion tensor imaging study
Kumar et al (2013)	Microstructural abnormalities in language and limbic pathways in orphanage-reared children: a diffusion tensor imaging study
Sheridan et al (2012)	Variation in neural development as a result of exposure to institutionalization early in childhood
Vanderwert et al (2010)	Timing of intervention affects brain electrical activity in children exposed to severe psychosocial neglect
Bick et al (2015)	Effect of early institutionalization and foster care on long-term white matter development: a randomized clinical trial

이 연구에서는 불안정 애착과 관련된 뇌과학 문헌들을 분석하기 위해 주로 ‘Google Scholar’, ‘Science Direct’ 등의 사이트를 이용하였다. 문헌 검색을 위해 사용한 키워드는 ‘불안정 애착(insecure attachment)’, ‘고아원(orphanage)’, ‘뇌(brain)’, ‘인지적 문제(cognitive problem)’, ‘감정적 문제(emotional problem)’로서 이들을 적절히 조합하여 검색하였다.

검색한 논문은 실제 분석에 앞서 몇 가지 조건을 통해 선별하였다. 첫째, fMRI, MRI, EEG, PET, DTI 등의 뇌과학 연구방법을 통해 실제 두뇌를 측정한 문헌만을 선정하였다. 둘째, 고아원 또는 보육시설과 같이 일반적인 가정이 아닌 환경에서 자란 아이들을 대상으로 한 문헌만을 선정하였다. 셋째, 동료 심사에 의해 정상적인 심사 과정을 거친 학술지의 문헌만을 선정하였다.

위의 조건을 통해 선정한 논문은 크게 두 가지 범주로 나눌 수 있었다. 첫 번째 범주는 고아원 또는 보육시설에서 자란 아이들을 대상으로 한 뇌과학 문헌으로, 이를 분석한다면 불안정 애착이 아이들의 두뇌에 어떤 영향을 미쳤는지 확인할 수 있을 것이다. 그리고 두 번째 범주는 고아원 또는 보육시설에서 자랐으나 이후에 입양되어 양부모와 애착을

형성한 아이들을 대상으로 한 뇌과학 문헌이다. 이 문헌을 분석한다면 이후에 정상적인 가정 환경을 제공하는 것이 두뇌에 어떤 변화를 가져왔는지 확인할 수 있을 것이다.

Results and Discussions

The Effects of Insecure Attachment on Children's Brain

Olsavsky 등(2013)은 4~17세의 루마니아 고아원 아이들 33명과 정상 아이들 34명을 대상으로 편도체(Amygdala) 활성화에 대한 fMRI 연구를 수행하였다. 이들 연구진은 fMRI 스캐너 속에서 어머니와 낯선 사람의 사진을 반복해서 보여주었고 이때 편도체(Amygdala)의 활성을 측정하였다. 그 결과 정상아의 경우 어머니를 볼 때와 낯선 사람을 볼 때에 편도체(Amygdala) 활성이 크게 차이가 났으나, 고아원에서 자란 아이의 경우 두 자극에 대한 편도체(Amygdala) 활성이 모두 높아 그 차이가 나지 않았다. 또한, 입양된 나이가 늦을수록 두 자극에 대한 활성의 차이가 감소한 것으로 나타났다. 이에 대해 연구자는 고아원의 생활은 어머니와 낯선 사람을 분별하는 학습의 기회를 박탈시키며, 그 결과 이 아이들은 입양된 이후에도 낯선 성인으로부터 편도체(Amygdala) 활성을 보임으로서 어머니의 보살핌을 이끌어내려는 적응행동을 보이는 것이라고 설명하였다.

Tottenham 등(2010)은 고아원에서 자란 아이들과 그렇지 않은 아이들 78명을 대상으로 MRI를 이용하여 총 두뇌 부피와 변연계(Limbic system)의 부피를 측정하였다. 그 결과 고아원에서 자란 기간이 길수록 편도체(Amygdala) 부피가 유의미하게 컸으며, 더 나아가 편도체(Amygdala) 부피가 불안감의 정도와 정적 상관관계가 나타났다. 이에 대해 연구자는 고아원 생활로 인한 스트레스가 편도체(Amygdala) 부피 증가에 기여하여, 이 아이들이 감정적 자극에 대해 강하고 빠른 반응을 보이거나 불안표현의 증가로 나타난다고 설명하였다.

Tottenham 등(2011)은 후속 연구로서 루마니아

고아원에서 자란 아이들 22명과 비슷한 나이의 정상 아이들 22명을 대상으로 두려움, 무표정이 드러난 사진을 제시하고 GO 또는 NOGO 버튼을 누르도록 하였다. 과제를 수행하는 동안 fMRI를 통해 두뇌 활성을 측정하였으며, 측정이 완료된 후 스캐너 밖에서 다양한 얼굴 표정이 드러난 사진을 제시하고 시선추적기를 통해 안구의 움직임을 추적하였다. 그 결과 고아원의 아이들에게서는 두려운 표정의 사진에서 편도체(Amygdala) 활성이 높았으나, 정상 아이들에게서는 표정이 다른 사진 간의 편도체(Amygdala) 활성 차이가 나타나지 않았다. 또한 고아원 아이들에게서는 편도체의 활성을 조절하는 복내측전전두피질(vmPFC)이 편도체(Amygdala)의 활성이 높아짐에도 활성의 변화가 나타나지 않았다. 안구의 움직임 추적 연구에서는, 고아원 아이들의 높은 편도체(Amygdala) 반응이 사진을 볼 때의 낮은 눈맞춤과 상관관계가 나타났다. 이에 대해 연구자는 두려운 표정에서의 편도체(Amygdala) 활성 차이가 나타나는 것은 성인에서 나타나는 반응으로서, 고아원의 아이들이 정상아에 비해 편도체(Amygdala)의 이른 발달이 나타난 것으로 설명하였다. 또한 고아원 아이들은 복내측전전두피질(vmPFC)과 편도체(Amygdala)간의 연결성이 떨어져 더 높은 불안 증세를 보이는 것이며, 눈맞춤을 최소화하는 행동으로서 편도체(Amygdala) 과활성화로 인한 각성을 조절한다고 설명하였다.

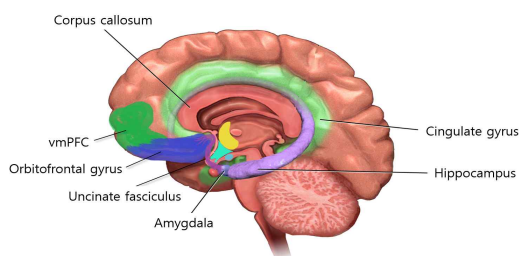
Chungani 등(2001)은 루마니아 고아원에서 자란 아이들 10명과 정상 성인 17명, 간질 아동 7명을 대상으로 PET을 이용하여 두뇌 글루코스 대사의 패턴을 비교하였다. 그 결과 루마니아 고아원의 아이들은 성인에 비해 안와전두이랑(orbital frontal gyrus), 변연계아래피질(infralimbic prefrontal cortex), 편도체(amygdala), 해마(hippocampus), 외측두엽피질(lateral temporal cortex), 뇌간(brain stem)에서 유의미하게 낮은 대사가 나타났다. 이에 대해 연구자는 고아원에서 자란 아이들은 스트레스 호르몬인 코르티솔로 인해 변연계를 비롯한 두뇌 영역이 손상되었으며, 그 결과 충동을 조절하지 못하거나 감정적인 자극에 적절한 반응을 보이지 못한다고 설명하였다.

McLaughlin 등(2010)은 루마니아 고아원에서 자

란 영아 117명과 성별과 나이가 비슷한 정상 아 49명을 대상으로 EEG 측정을 수행했는데, 그 결과 고아원 영아의 경우 정상아보다 전두, 측두, 후두 영역에서 알파파의 세기가 작았으며, 세타파의 세기는 더 컸다. 그리고 이러한 두뇌 패턴은 고아원 생활과 ADHD 장애간의 나타난 상관관계를 유의미하게 조정하는 것으로 나타났다. 이에 대해 연구자는 고아원의 생활은 생애 초기 신경 발달의 패턴을 교란시켰으며, 이로 인해 이후의 삶에서 ADHD와 같은 정신의학적인 장애가 나타난다고 설명하였다.

Eluvathingal 등(2006)은 루마니아 고아원에서 자란 아이들 7명과 정상 아이들 7명을 대상으로 DTI 측정을 수행하였는데, 그 결과 고아원에서 자란 아이들은 좌측 갈고리다발(left uncinate fasciculus)의 연결성이 유의미하게 낮은 것으로 나타났다. 이에 대해 연구자는 해당 영역의 낮은 연결성이 고아원 출신 아이들이 겪는 인지적, 사회 정서적, 행동적 문제들의 기반이 된다고 설명하였다.

Kumar 등(2013)은 고아원에서 자란 아이들 36명과 정상 아이들 16명을 대상으로 DTI 측정을 수행하였는데, 그 결과 고아원에서 자란 아이들은 정상 아이들이 비해 양쪽 궁형속(arcuate fasciculus), 좌측 갈고리다발(left uncinate fasciculus)과 우측 대상다발(right cingulum)의 연결성이 유의미하게 낮은 것으로 나타났다. 이에 대해 연구자는 고아원에서의 생활은 변연계와 그 주변 영역을 연결하는 경로들의 발달을 지연시켰으며, 이는 고아원 출신 아이들이 겪고 있는 언어 발달 지연, ADHD, 우울증 등과 관련되어 있다고 설명하였다.



이 상
의 [Figure 1] Major regions of insecure 문 헌
attachment (Blausen.com staff, 2014)

에서 고아원 아이들과 정상 아이들 간의 차이로서 주로 언급된 영역을 종합하여 불안정 애착의 주요 영역들을 산출할 수 있었다. 불안정 애착의 주요 영역들로 편도체(amygdala)를 포함한 변연계(limbic system), 배내측전전두피질(vmPFC), 좌측 갈고리다발(left uncinate fasciculus)이 다수의 연구에서 언급되고 있었다 [Figure 1].

변연계는 장기적인 스트레스에 의해 손상을 입는 영역으로 보고되어 있다. 스트레스는 변연계-시상하부-부신의 내분비계 시스템을 활성화시키는데, 이때 방출되는 호르몬인 코르티솔은 두뇌의 변연계를 손상시켜 해마의 신경 발생을 억제하는 등의 부정적인 영향을 미치는 것이다(Kaufman, Plotsky, Nemeroff, & Charney, 2000). 따라서 고아원에서의 불안정 애착은 영아에게 장기적인 스트레스를 유발하였으며, 스트레스 호르몬으로 인해 변연계 손상이 일어난 것으로 보인다. 이와 같은 변연계 손상이 고아원 아이들에게서 나타나는 인지적 능력의 저하와 함께 감정적인 자극에 대한 부적절한 행동을 유발한 것으로 설명할 수 있다. 특히, 고아원의 아이들은 입양 이후에도 일반 아동에 비해 코르티솔 농도가 높다는 연구를 토대로 본다면(Gunaar et al, 2000), 어린 시절 불안정 애착의 스트레스는 장기적인 호르몬 방출을 유발하여 두뇌에 지속적으로 영향을 미친다고 할 수 있다. 따라서 불안정 애착으로 인해 나타나는 감정적 문제행동은 장기적인 측면에서의 지도가 필요함을 알 수 있다.

변연계의 일부분에 속하는 편도체는 자신을 돌보아주는 사람과 낯선 사람을 구별하여, 분별 있는 친화행동을 나타내는데 기여한다고 알려져 있다(Tottenham, Shapiro, Telzer, & Humphreys, 2012). 고아원에서 형성된 불안정 애착으로 인해 유아들은 편도체에서의 비정상적인 회로를 형성하여, 이후 부적절한 친화행동을 보이거나 사회적 관계에서 문제행동을 나타내는 것으로 보인다. 또한 편도체가 감정적인 자극을 처리하고 이에 대한 반응을 조절한다는 점에서 보았을 때(Davis & Walen, 2001), 고아원의 아이들은 장기적인 스트레스와 함께 불안정 애착으로 편도체의 부피가 증가하며, 그 결과 부정적인 자극에 대한 처리가 빠르게 일어나고 반응이 증가하는 불안장애가 나타난 것으로 보인다. 또한

느맛춤을 동반한 이러한 불안 장애는 편도체의 활성을 조절하는 배내측전전두피질(vmPFC)과 연결성이 떨어진다는 점에서도 설명 가능할 것이다(Tottenham et al., 2011).

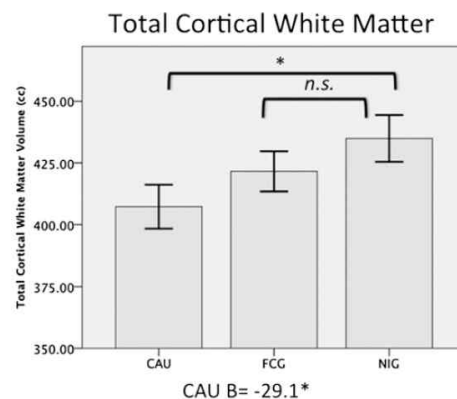
좌측 갈고리다발(left uncinate fasciculus)은 고아원적인 인지기능을 담당하는 전두엽 영역과 편도체(amygdala)를 비롯한 감정정보를 처리하는 영역을 연결하는 중요한 경로라고 알려져 있다(Phan et al., 2009). 이 경로를 통한 전두엽과 편도체의 정보 전달은 감정 조절, 부정적인 감정의 평가의 기반이 되며, 불안 장애 환자의 경우 갈고리다발의 연결성 저하로 그 부피가 정상인보다 적다고 밝혀져 있다(Banks et al., 2007; Baur et al., 2013). 따라서 고아원 아이들이 좌측 갈고리다발의 연결성(left uncinate fasciculus)이 떨어지는 점에서, 불안정 애착을 형성한 아이들에게서 보여지는 감정 조절 장애, 불안 장애를 설명할 수 있을 것이다.

The Effects of Foster Care Intervention on Institutionalized Children's Brain

고아원의 아이들은 입양 이후에 비교적 안정적인 애착을 형성하며, 더 일찍 입양될수록 불안정 애착이 감소한다고 알려져 있다(Smyke, Zeanah, Fox, Nelson, & Guthrie, 2010). 또한 고아원의 아이들은 입양 이후에 애착의 안정성이 증가할 뿐 아니라 긍정적인 감정의 표현, 자아존중감이 증가하고 문제행동이 감소한다고 보고되고 있다(Ghera et al., 2009).

Sheridan 등(2012)은 루마니아에서 일반적으로 자란 아이들, 고아원에서 자란 아이들, 고아원에서 자랐으나 입양된 아이들로 이루어진 8~11세의 아동을 대상으로 MRI 측정과 EEG 측정을 수행하였다. 그 결과 총 백질 부피, 후측뇌량(posterior corpus callosum)의 경우 고아원에서 자란 아이들은 정상 아이에 비해 부피가 적었으나, 입양된 아이의 경우 정상 아이와 차이가 나지 않았다[Figure 2]. 그리고 EEG 측정 결과, 고아원에서 자란 아이와 입양된 아이 모두 정상아에 비해 알파파의 세기가 유의미하게 낮았다. 이에 대해 연구자는 고아원의 생활이 백질 발달을 지연시켜 알파파 세기를 감소시켰으나, 이후의 좋은 환경을 제공해주었을 때 백질과 뒤쪽

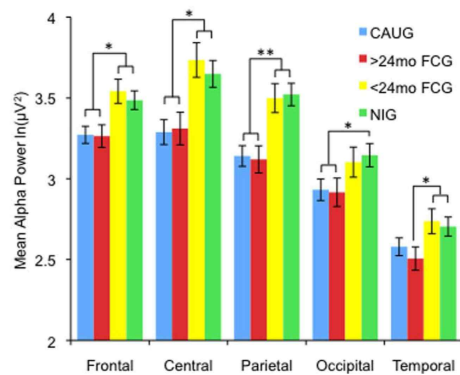
뇌량의 경우 다시 회복하는 신경학적 가소성을 보인다고 설명하였다.



[Figure 2] Average total cortical white matter volume in cubic centimeters(cc) for the CAUG(Care As Usual), FCG(Foster Care Group) and NIG(Never institutionalized Group) (Sheridan et al., 2012)

Vanderwert 등(2010)은 루마니아에서 일반적으로 자란 아이들, 고아원에서 자란 아이들, 24개월 이전에 입양된 아이들, 24개월 이후에 입양된 아이들로 이루어진 8세 아동을 대상으로 EEG 측정을 수행하였다. 그 결과 24개월 이전에 입양되거나 일반적으로 자란 아이들이 24개월 이후에 입양되거나 고아원에서 자란 아이들보다 전측, 중양, 두정 부위에서 평균 알파파의 세기가 유의미하게 높았다[Figure 3]. 이에 대해 연구자는 결정적 시기 이후에는 좋은 환경을 제공해주어도 두뇌 활성화 있어서 신경학적 가소성을 보이기 어렵다고 설명하였다.

Bick 등(2015)은 일반적으로 자란 아이들, 고아원에서 자란 아이들, 고아원에서 자랐으나 입양된 아이들로 이루어진 69명의 아이들을 대상으로 DTI 측정을 수행하였다. 그 결과 고아원에서 자란 아이들에 비해 입양된 아이들은 뇌량(corpus callosum)에서 백질 미세구조의 상태에서 차이가 나타났다. 이에 대해 연구자는 고아원 아이들의 비정상적인 백질 발달은 ADHD와 같은 발달 장애, 인지, 언어 발달의 지연과 관련되어 있으며, 이후의 좋은 양육환경은 정상적인 백질 구조 발달에 기여한다고 설명하였다.



[Figure 3] Mean alpha power across the sites for each group(Care As Usual Group, Foster Care Group placed after 24-months, Foster Care Group placed before 24-months and Never Institutionalized Group) (Vanderwert et al., 2010)

이상의 문헌에서 입양 이후의 나타난 두뇌 변화들을 종합하여 좋은 환경을 제공한 이후 나타나는 신경학적 변화들을 산출할 수 있었다. 신경학적 가소성을 보인 영역은 뇌량(corpus callosum)과 백질(white matter)로서 부피의 증가, 연결성 증가 등의 변화가 나타났으며 EEG 측정으로는 알파파 세기의 증가가 나타났다.

뇌량(corpus callosum)은 좌반구와 우반구를 연결하는 영역으로, 비정상적인 뇌량의 구조는 다양한 인지 장애, 발달 장애와 관련되어 있다(Preis, Steinmetz, Knorr, & Jäncke, 2000). 그러나 고아원의 아이들이 입양 이후에 뇌량의 부피 증가와 연결성 증가와 같은 신경학적 가소성을 보였다는 점에서, 이후 안정적인 애착을 형성하는 좋은 환경은 인지적 발달적 장애를 완화시킬 수 있을 것이다.

그리고 다양한 EEG 연구에서 고아원 아이들이 정상아보다 알파파의 세기가 낮고, 세타파의 세기가 높다는 점을 밝혀냈다. 알파파 세기의 증가는 주의 집중, 정보처리의 증가를 반영하는 것으로 알려져 있다(Raine et al., 2001). 또한 백질의 연결성이 알파파 세기에 영향을 미친다는 점에서 보았을 때, 불안정 애착으로 인한 백질 발달의 지연은 알파파 세기 감소와 함께 IQ 저하, 학업성취도 저하 등의 결과를 초래한 것으로 보인다. 그러나 [Figure 2,3]에서와 같이 고아원 아이들이 입양 된 이후 백질과

알파파의 세기에서 신경학적 가소성을 보였다는 점에서, 불안정 애착으로 인한 인지적 능력의 저하, 언어 발달 지연, 학업성취도 저하 등의 문제는 애착 관계를 형성해 줌으로써 충분히 개선 가능성이 있음을 알 수 있다. 특히 [Figure 3]에서 입양이 일찍 된 아이들과 그렇지 않은 아이들 간의 알파파 세기의 차이가 나타나는 것으로 보아, 불안정 애착 아동의 정상적인 두뇌 발달을 위해서는 이른 시기의 양육 환경 개선이 필요함을 시사한다.

Conclusions

본 연구의 목적은 불안정 애착을 보이는 아이들에게서 나타나는 인지적, 정서적, 사회적 문제 행동의 원인을 뇌과학적 문헌들을 바탕으로 알아보는 것이었다. 이에 따른 연구 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

첫째, 불안정 애착을 형성한 영유아들은 편도체(amygdala)를 포함한 변연계(limbic system), 배내측전전두피질(vmPFC), 좌측 갈고리다발(left uncinate fasciculus)의 다양한 영역에서 정상아동과 차이가 나타났다. 이러한 영역들은 애착대상과 낯선 사람을 분별하고, 감정적인 자극을 처리하고, 감정을 조절하는 영역으로서, 불안정 애착은 감정적 정보를 처리하고 반응하는 회로의 비정상적인 발달을 초래하였음을 알 수 있다. 특히 대다수의 연구에서 부정적인 감정을 처리하고 불안 반응을 이끌어내는 편도체를 언급한 것으로 보아, 불안정 애착을 형성한 아이들은 편도체 부피 증가 및 비정상적인 발달로 인해 작은 자극에도 예민하게 반응하여 크게 불안을 느끼는 증상이 나타남을 알 수 있다. 따라서 학교 현장에서는 불안정 애착 아동들이 보이는 다양한 정서적 문제 행동을 불안 장애의 관점에서 바라보고, 교사와 아동간의 안정적 애착형성으로 아동이 느끼는 불안을 감소시키려는 노력이 필요할 것이다.

둘째, 불안정 애착을 형성하였더라도 이후의 좋은 양육환경이 제공되었을 때에는 뇌량 미세구조의 연결성, 뇌량의 부피, 백질의 부피, 알파파의 세기 등에서 신경학적 가소성이 나타났다. 특히 백질의 부

피와 뇌량의 연결성은 다양한 인지적 발달과 관련되어 있으며 알파파의 세기는 인지적 정보 처리, 주의집중을 반영하는 척도이다. 이 점에서 보았을 때, 불안정 애착 아이들이 겪는 ADHD와 같은 인지적 장애는 발달 초기에 좋은 환경을 제공해준다면 신경학적 가소성을 통해 충분히 개선 가능성이 있음을 알 수 있다. 따라서 학교 현장에서 교사는 불안정 애착 아동들의 ADHD, 언어 발달의 지연, 학업성취도 저하 등의 문제점에 관심을 가지고, 개별적인 지도를 통한 애착 형성과 함께 인지적 영역의 발달이 함께 일어나도록 노력해야 할 것이다.

References

- Ainsworth, M. D. S. (1972). Attachment and dependency. A comparison. In J.L. Gewirtz(ed.). *Attachment and dependency*. Washington D. C.: Winston.
- Ainsworth, M. D. S., Blehar, M. C., Waters, E. & Wall, S. (1978). *Patterns of attachment : A psychological study of the strange situation*. Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- Allen, J. P., Hauser, S. T., & Borman-Spurrell, E. (1996). Attachment theory as a framework for understanding sequelae of severe adolescent psychopathology: an 11-year follow-up study. *Journal of consulting and clinical psychology*, 64(2), 254.
- Almas, A. N., Degnan, K. A., Radulescu, A., Nelson, C. A., Zeanah, C. H., & Fox, N. A. (2012). Effects of early intervention and the moderating effects of brain activity on institutionalized children's social skills at age 8. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(2), 17228-17231.
- Bakermans-Kranenburg, M. J., Bos, K., Bunkers, K. M., Dobrova-Krol, N. A., Engle, P. L., Fox, N. A., ... & Grotevant, H. D. (2011). Children without permanent parents: research, practice, and policy. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 76(4), 1-318.
- Banks, S. J., Eddy, K. T., Angstadt, M., Nathan, P. J., & Phan, K. L. (2007). Amygdala-frontal connectivity during emotion regulation. *Social cognitive and affective neuroscience*, 2(4), 303-3012.
- Baur, V., Brühl, A. B., Herwig, U., Eberle, T., Rufer, M., Delsignore, A. ... & Hänggi, J. (2013). Evidence of fontotemporal structural hypoconnectivity in social anxiety disorder: a quantitative fiber tractography study. *Human brain mapping*, 34(2), 437-446.
- Bick, J., Zhu, T., Stamoulis, C., Fox, N. A., Zeanah, C., & Nelson, C. A. (2015). Effect of early institutionalization and foster care on long-term white matter development: a randomized clinical trial. *JAMA pediatrics*, 169(3), 211-219.
- Blausen.com staff (2014). Blausen gallery 2014. *WikiJournal of Medicine*, DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 20018762.
- Bos, K. J., Zeanah, C. H., Smyke, A. T., Fox, N. A., & Nelson, C. A. (2010). Stereotypies in children with a history of early institutional care. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 164(5), 406-411.
- Bowlby, J. (1958). The nature of the child's tie to his mother. *International Journal of Psychoanalysis*, 39, 350-373.
- Bowlby, J. (1973). Attachment and loss: Vol. 2. *Separation*. New York: Basic Books
- Bowlby, J. (1982a). Attachment and loss: retrospect and prospect. *American Journal of Orthopsychiatry*, 52(4), 664-678.
- Bowlby, J. (1982b). Attachment and loss: Vol. 1. *Attachment*. New York: Basic Books
- Bretherton, I. (1985). Attachment theory: Retrospect and Prospect. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 50(1/2), 3-35.
- Cassidy, J. (1994). Emotional regulation: Influences of attachment relationships. In N. Fox (Ed.), The development of emotion regulation. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59, 228 - 249.

- Chisholm, K. (1998). A three year follow-up of attachment and indiscriminate friendliness in children adopted from Romanian orphanages. *Child Development*, 69(4), 1092-1106.
- Chugani, H. T., Behen, M. E., Muzik, O., Juhász, C., Nagy, F., & Chugani, D. C. (2001). Local brain functional activity following early deprivation: a study of postinstitutionalized Romanian orphans. *Neuroimage*, 14(6), 1290-1301.
- Davis, M., & Whalen, P. J. (2001). The amygdala: vigilance and emotion. *Molecular psychiatry*, 6(1), 13-34.
- Egeland, B., & Farder, E. A. (1984). Infant-mother attachment: Factors related to it's development and changes over time. *Child Development*, 55(3), 753-771.
- Eliot, M., & Cornell, D. G. (2009). Bullying in middle school as a function of insecure attachment and aggressive attitudes. *School Psychology International*, 30(2), 201-214.
- Eluvathingal, T. J., Chugani, H. T., Behen, M. E., Juhász, C., Muzik, O., Maqbool, M., Chungani, D. C., & Makki, M. (2006). Abnormal brain connectivity in children after early severe socioemotional deprivation: a diffusion tensor imaging study. *Pediatrics*, 117(6), 2093-2100.
- Follan, M., Anderson, S., Dickens, S. H., Lidstone, E., Young, D., Brown, G. & Minnis, H. (2011). Discrimination between attention deficit hyperactivity disorder and reactive attachment disorder in school aged children. *Research in Developmental Disabilities*, 32(2), 520-526.
- Gerhardt, S. (2006). Why love matters: How affection shapes a baby's brain. *International Journal of Infant Observation and Its Applications*, 9(3), 305-309.
- Ghera, M. M., Marshall, P. J., Fox, N. A., Zeanah, C. H., Nelson, C. A., Smyke, A. T., & Guthrie, D. (2009). The effects of foster care intervention on socially deprived institutionalized children's attention and positive affect: results from the BEIP study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(3), 246-253.
- Gunnar M. R. & Van Dulmen, M. H. (2007). Behavior problems in postinstitutionalized internationally adopted children. *Development and Psychopathology*, 19(1), 129-148.
- Gunnar M. R., Bruce J. & Grotevant, H. D. (2000). International adoption of institutionally reared children: Research and policy. *Development and Psychopathology*, 12(4), 677-693.
- Handley-Derry, M., Goldberg, S., Marcovitch, S., Mc-Gregor, D., Gold, A., & Washington, J. (1995). Determinants of behavior in internationally adopted Romanian children. *Paper presented at the Society for Behavioral Pediatrics*, Philadelphia, PA.
- Hay, D. F. (1980). Multiple functions of proximity seeking in infancy. *Child Development*, 51(3), 636-645.
- John, Y. J. & Yoo, M. S. (2014). The mediating effect of child's playfulness in the relationship between maternal attachment and a child's school adjustment. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 19(1), 187-202.
- Jin, H. M. & Bae, S. W. (2012). A meta-analysis on the variables related with juvenile delinquency. *Journal of Adolescent Welfare*, 14(2), 193-221.
- Kaufman, J., Plotsky, P. M., Nemeroff, C. B., & Charney, D. S. (2000). Effects of early adverse experiences on brain structure and function: clinical implications. *Biological psychiatry*, 48(8), 778-790.
- Kim, S. A. (2005). The effects of stress and attachment on offending and victimization experience among adolescents: a focus on dual experience group and general experience group. *Studies on Korean Youth*, 16(2), 5-36.
- Kumar, A., Behen, M. E. Singsoonsud, P., Veenstra, A. S., Wolfe-Christensen, C., Helder, E., & Chugani, H. T. (2013). Microstructural abnormalities in language and limbic pathways in

- orphanage-reared children: a diffusion tensor imaging study. *Journal of child neurology*, 29(3), 318-325.
- Lee, J. K. (2012). A longitudinal effects of parent attachment, peer attachment and teacher attachment on delinquency in adolescence. *Journal of Adolescent Welfare*, 14(2), 51-73.
- Levy, T., & Orlans, M. (2000). Attachment disorder as an antecedent to violence and antisocial patterns in children. *Handbook of attachment interventions*, 1-26.
- Lyons-Ruth, K., Alpern, L., & Repacholi, B. (1993). Disorganized infant attachment classification and maternal psychosocial problems as predictors of hostile-aggressive behavior in the preschool classroom. *Child Development*, 64(2), 572-585.
- McLaughlin, K. A., Fox, N. A., Zeanah, C. H., Sheridan, M. A., Marshall, P., & Nelson, C. A. (2010). Delayed maturation in brain electrical activity partially explains the association between early environmental deprivation and symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*, 68(4), 329-336.
- Millward, R., Kennedy, E., Towlson, K. & Minnis, H. (2007). Reactive attachment disorder in looked-after children. *Emotional and Behavioural Difficulties*. 11(4), 273-279.
- O'Connor, T. G., Rutter, M., Beckett, C., Keaveney, L., & Kreppner, J. M. (2000). The effects of global severe privation on cognitive competence: Extension and longitudinal follow up. *Child development*, 71(2), 376-390.
- Olsavsky, A. K., Telzer, E. H., Shapiro, M., Humphreys, K. L., Flannery, J., Goff, B. & Tottenham, N. (2013). Indiscriminate amygdala response to mothers and strangers after early maternal deprivation. *Biological psychiatry*, 74(11), 853-860.
- Papini, D. R., & Roggman, L. A. (1992). Adolescent perceived attachment to parents in relation to competence, depression, and anxiety A longitudinal study. *The Journal of Early Adolescence*, 12(4), 420-440.
- Phan, K. L., Orlichenko, A., Boyd, E., Angstadt, M., Coccaro, E. F., Liberzon, I., & Arfanakis, K. (2009). Preliminary evidence of white matter abnormality in the uncinate fasciculus in generalized social anxiety disorder. *Biological psychiatry*, 66(7), 691-694.
- Preis, S., Steinmetz, H., Knorr, U., & Jäncke, L. (2000). Corpus callosum size in children with developmental language disorder. *Cognitive brain research*, 10(1), 37-44.
- Raine, A., Venables, P. H., Dalais, C., Mellingen, K., Reynolds, C., & Mednick, S. A. (2001). Early educational and health enrichment at age 3-5 years is associated with increased autonomic and central nervous system arousal and orienting at age 11 years: Evidence from the Mauritius child health project. *Psychophysiology*, 38(2), 254-266.
- Sarter, M., Berntson, G. G., & Cacioppo, J. T. (1996). Brain imaging and cognitive neuroscience : toward strong inference inattributing function to structure. *AmericanPsychologist*, 51(1), 13-21.
- Sheridan, M. A., Fox, N. A., Zeanah, C. H., McLaughlin, K. A., & Nelson, C. A. (2012). Variation in neural development as a result of exposure to institutionalization early in childhood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(32), 12927-12932.
- Smyke, A. T., Zeanah, C. H., Fox, N. A., Nelson, C. A., & Guthrie, D. (2010). Placement in foster care enhances quality of attachment among young institutionalized children. *Child development*, 81(1), 212-223.
- Sroufe, L. A. (1988). The role of infant-caregiver attachment in development. In J. Belsky & T. Nezworski (Eds), *Clinical implications of attachment* (pp. 18-40). Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Tottenham, N., Hare, T. A., Millner, A., Gilhooly, T., Zevin, J. D., & Casey, B. J. (2011). Elevated

- amygdala response to faces following early deprivation. *Developmental science*, 14(2), 190-204.
- Tottenham, N., Hare, T. A., Quinn, B. T., McCarry, T. W., Nurse, M., Gilhooly, T., ... & Casey, B. J. (2010). Prolonged institutional rearing is associated with atypically large amygdala volume and difficulties in emotion regulation. *Developmental science*, 13(1), 46-61.
- Tottenham, N., Shapiro, M., Telzer, E. H., & Humphreys, K. L. (2012). Amygdala response to mother. *Developmental science*, 15(3), 307-319.
- Vanderwert, R. E., Marshall, P. J., Nelson III, C. A., Zeanah, C. H., & Fox, N. A. (2010). Timing of intervention affects brain electrical activity in children exposed to severe psychosocial neglect. *PLoS One*, 5(7), e11415.
- Zeanah, C. H., Smyke, A. T, Koga, S. F. M. & Carlson, E. (2005) Attachment in institutionalized and community children in Romania. *Child Development*, 76(5), 1015 - 1044.