

Why Do Adolescent Who Have Grown Up in a Lower Socioeconomic Status Read the Mind of Others Well? : fMRI Research Literature Analysis

Dong-Yong Kim*
Mindalive Co., Ltd, Seoul

<ABSTRACT>

Socioeconomic status affects development of adolescent. In particularly, lower socioeconomic status has a negative impact on development of adolescent. However, adolescent who grow up in a low socioeconomic state read and understand other's minds and thoughts. Why did adolescent with low socioeconomic status read their minds and minds well? Adolescent with low socioeconomic status are not well protected from their parents. Because they are always exposed to external stress, so they should always look around. Therefore, adolescents who have grown up in a low socioeconomic state will inevitably develop the ability to read others' thoughts and feelings. But we do not know the exact reason. Therefore, in this study, we will analyze the literature using fMRI to reveal the reason. Adolescents with low socioeconomic status have amygdala and DMPFC activity on social threats. The more sensitive the amygdala is to the social threat, the higher the activity. And DMPFC regulates negative emotions by forming a functional link with the amygdala. DMPFC, however, is related to the ability to engage in mentalization and to read the other's mind and thoughts. Therefore, students who are raised in a low socioeconomic status are more sensitive to social threats and read their minds well because of active DMPFC to control negative emotions.

Key words : Adolescent, Lower Socioeconomic state, Mentalizing, Amygdala, DMPFC, fMRI

Introduction

사회가 형성되면 사회 계층이 형성될 수밖에 없으며, 현재 사회에서 빈부격차는 해결해야 되는 문제이다. 개인의 사회적 지위는 육체적 건강이나 심리적 건강에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나다 (Alder et al., 1994; Gianaros & Manuck, 2010). 특히 사회경제적 지위(Socioeconomic State)는 작업 기억, 언어 처리와 같은 신경인지학적 기능에 결정

적인 영향을 미친다(Noble et al., 2007).

일반적으로 사회경제적 지위가 높으면(Higher Socioeconomic State) 긍정적인 영향을 미칠 것이고, 사회경제적 지위가 낮으면(Lower Socioeconomic State) 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다. 실제로 부모의 사회경제적 지위가 낮은 청소년들은 극심한 스트레스 속에서 성장하고 (Alder et al., 1994), 사회적 스트레스에 민감하며 (Chen & Matthews, 2001; Chen, Matthews, & Boyce, 2002), 감정 조절이 어렵고 부정적이다

* Corresponding author : Dong-Yong Kim, je920708@naver.com

Received Aug 30, 2017; Accepted Sep 26, 2017; Published Sep 29, 2017

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

(Chen, Matthews, & Boyce, 2002; Taylor, et al., 2004). 또한 사회경제적 지위가 낮은 환경 속에서 자란 청소년들은 낮은 인지 능력을 갖고 있으며 (Hackman & Farah, 2008), 육체적 혹은 정신적 질병에 걸릴 위험성이 높다(Hertzman, 1999; McEwen, 2007; Miller and Chen, 2007). 실제로 사회경제적 지위가 낮은 환경 속에서 성장한 청소년들이 ADHD와 같은 행동 장애가 많이 발병하는 것으로 보고되고 있다(Fairchild et al., 2011).

그런데 사회경제적 지위가 낮은 환경 속에서 자란 청소년들이 사회경제적 지위가 높은 환경 속에서 자란 청소년들에 비해 상대방과 상호작용을 더 잘한다(Karus & Keltner, 2009). 사회경제적 지위가 낮은 그룹의 청소년들이 자선단체에 참여를 더 많이 하고(Rucker et al., 2011), 협상을 할 때 상대방을 더 많이 배려한다(Piff et al., 2010). 또한 상대방의 생각이 감정을 잘 읽고 이해하며(Kraus et al., 2010), 더 나아가 상대방의 입장에서 상대방의 감정을 정확하게 느낄 수 있다(Galinsky et al., 2006). 따라서 사회경제적 지위가 낮은 청소년들은 타인과 끊임없이 상호작용하며 살아가는 사회 속에서 성공할 확률이 높아 보인다. 실제로는 더 사회경제적 지위가 낮을수록 사회에서 성취가 적다(Hansford, et al., 1982). 그렇다면 왜 낮은 사회경제적 환경 속에서 성장하는 청소년들은 타인의 마음을 읽고 배려하는 특성을 갖게 됐을까?

사회경제적 지위가 낮은 경우에 청소년들은 부모로부터 잘 보호(buffer)를 받지 못한다(McLoyd, 1998). 따라서 청소년들은 외부 환경으로부터 오는 스트레스에 그대로 노출되기 때문에 자신의 주변을 항상 살피게 된다(Hagger, et al., 2010). 따라서 낮은 사회경제적 환경 속에서 자란 청소년들은 외부 환경으로부터 노출되는 스트레스 때문에 어쩔 수 없이 주변을 살피게 되고, 그 결과 타인의 생각이나 감정을 읽는 능력이 발달된 것이다. 하지만 위와 같은 피험자의 행동을 분석한 연구로 높은 스트레스 환경에서 자란 학생들이 왜 타인의 마음을 잘 읽는지에 대한 이유를 설명하기 어렵다. 따라서 왜 외부로부터 받는 스트레스와 상대방 마음 읽기 능력 사이에 상관관계가 있는지를 밝히는 연구가 필요하다.

한편, fMRI, PET, EEG와 같은 두뇌를 측정하는

기술은 스트레스나 마음 읽기와 같은 사회적 행동을 신경생리학적인 설명을 제공할 수 있다. 또한 두뇌의 활성화와 인간의 행동을 연관 지을 수 있기 때문에 과학적이고 객관적인 접근이 가능하다(Gerhardt, 2006; Sarter, Berntson, & Cacioppo, 1996).

이에 본 연구에서는 외부로부터 오는 스트레스에 많이 노출되는 낮은 사회경제적 환경 속에서 자란 청소년들이 실제로도 상대방의 마음 읽기를 잘 하는지에 대해 fMRI를 활용한 문헌들을 분석해서 설명하고자 한다.

Socioeconomic State

사회경제적 위치(Socioeconomic State, SES)는 경제적 자원의 정도, 학력 수준, 직업의 사회적 명예 및 지위를 포함한 다양한 측면을 고려한 사회경제적 지위를 말한다(Adler et al., 1994; Braveman et al., 2005).

사회경제적 지위는 수입, 교육 수준, 직업에 대한 설문을 작성하여 수치와 된다(Braveman et al., 2005; Krieger et al., 1997). 청소년의 사회경제적 지위는 부모의 사회경제적 지위를 측정해서 파악된다. 청소년의 사회경제적 지위를 측정하는 방법은 객관적인 사회경제적 지위(Objective SES) 측정과 주관적인 사회경제적 지위(Subjective SES) 측정이 있다. 객관적인 사회경제적 지위는 부모가 직접 자신의 사회경제적 지위에 대한 설문지를 작성하는 것이고, 주관적인 사회경제적 지위는 본인이 어린 시절을 회상하며 부모의 사회경제적 지위에 대한 설문을 작성하는 것이다(Singh-Manoux et al., 2005).

Methodology

Data Analysis

본 연구에서는 낮은 사회경제적 지위에 있는 학생들이 받는 외부로부터 오는 스트레스와 상대방 마음 읽기 사이의 가 있는지에 대해 밝히기 위해

분석한 주요 문헌은 아래 <Table 1>과 같다. 문헌 선정의 방법은 구글 학술검색에서 'low SES', 'read mind', 'fMRI'라는 키워드를 사용하여 논문을 검색하였다. 논문 선정은 2007년부터 2017년 내에 발행된 논문으로 하였다

<Table 1> Literatures to review on relationship between stress from environment and understanding other's thought and emotion

Author (Year)	Title
Banks, et al (2007)	Amygdala - frontal connectivity during emotion regulation
Gianaros, et al (2008)	Potential Neural Embedding of Parental Social Standing
Hackman & Farah (2008)	Socioeconomic status and the developing brain
Kim, et al (2011)	The structural and functional connectivity of the amygdala: From normal emotion to pathological anxiety
Muscattell, et al (2012)	Social status modulates neural activity in the mentalizing network
Spielberg, et al (2015)	Adolescent Development of Inhibition as a Function of SES & Gender: Converging Evidence from Behavior & fMRI

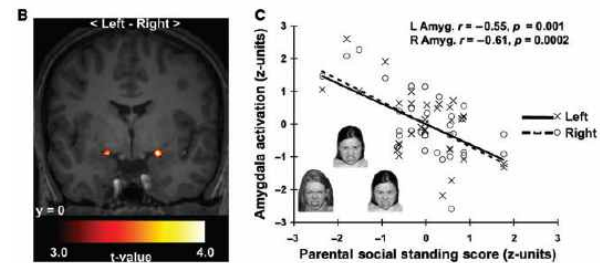
Results and Discussions

Brain activity area when Adolescents in Lower Socioeconomic State feel a stress

외부로 받는 스트레스에 관한 fMRI 연구는 화난 표정과 같은 위협적인 표정을 제시하는 방법을 통해 많이 이루어진다(Muscattell et al., 2002; Hariri et al., 2002).

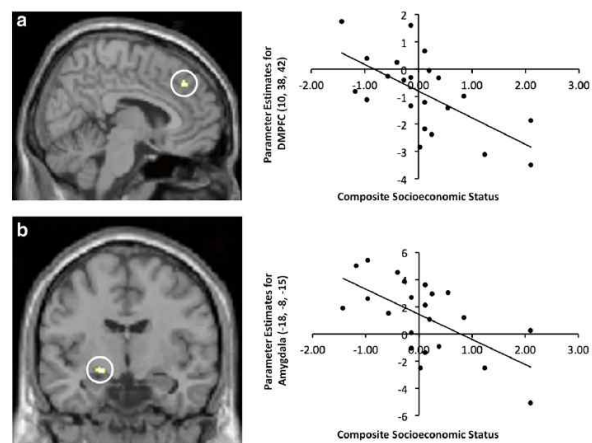
Gianaros 등(2008)은 33명의 성인을 대상으로 자신의 청소년 시절 회상하며, 부모의 사회경제적 지위에 대한 설문지를 작성하게 하였다. 피험자들은 fMRI 속에서 흑백의 우울, 중립, 화남을 나타내는 표정 각각을 간단한 도형과 번갈아 가며 관찰하였다. 그 결과 피험자의 청소년 시절 사회경제적 지위가 낮을수록 편도체(Amygdala)의 활성이 높게 나타

났다(Figure 1).



[Figure 1] (B) Statistical parametric maps projected onto an averaged structural template derived from study participants. (C) Plots depicting standardized perceived parental social standing scores (x-axis) and extracted, mean-centered and standardized reactivity values derived from the Angry>Shape-matching parameter contrast for the peak voxels in the left (L, open circles, dashed line) and right (R, closed circles, solid line) amygdala clusters in B (Gianaros, et al., 2008).

Muscattell 등(2012)은 22명의 청소년을 대상으로 사회적 위협 상황에서 두뇌 활성화와 부모의 사회경제적 지위 간의 관계를 연구하였다. 본 연구에서는 부모가 직접 사회경제적 지위에 대한 설문을 작성하였다. 청소년들은 fMRI 속에서 자신과 인종이 같은 사람의 위협적인 얼굴과 간단한 도형을 번갈아가면서 보았다. 그 결과 청소년의 사회경제적 지위가 낮을수록 배내측 전전두엽 피질(Dorsomedial prefrontal cortex, DMPFC)과 편도체(Amygdala)의 활성이 높게 나타났다.



[Figure 2] Regions that correlated negatively with SES during the viewing of angry faces vs. fixation in Study 2

Panel a (left) depicts the cluster within a DMPFC ROI that was significantly associated with SES, and a scatter plot showing the correlation between activation in this DMPFC cluster and SES is depicted at right. Panel b (left) depicts the cluster within the amygdala ROI that was significantly associated with SES, and a scatter plot showing the correlation between activation in the amygdala cluster and SES is depicted at right (Muscatell, et al., 2012).

외부로부터 받는 스트레스를 의미하는 사회적 위협 상황에서 낮은 사회경제적 지위에 있었던 경험 이 있거나 있는 청소년들은 공통적으로 편도체 (Amygdala)의 활성이 높게 나타났다. 편도체는 사회적 반응에 민감하거나 사회적인 위협에 행동 반응을 야기하며 (Whaleen, 1998), 스트레스와 관련된 호르몬 분비를 조절하는 기능을 한다(McEwen, 2007). 따라서 청소년 시절 낮은 사회경제적 지위에서 자라게 되면, 사회적인 반응에 민감해지고 스트레스를 많이 받는 것을 확인할 수 있다.

하지만Muscatell 등(2012)의 연구에서만 나타난 배내측 전전두엽 피질(DMPFC)의 활성이 나타났다. 사회적 상황에서 스트레스를 받거나 거절을 당하면 배내측 전전두 피질이 활성화된다는 연구결과가 있다 (Dedovic et al., 2009; Eisenberger et al., 2007). 따라서 청소년들은 사회적 스트레스를 많이 받고, 거절 받는 것에 대한 두려움이 있다는 것을 보여준다.

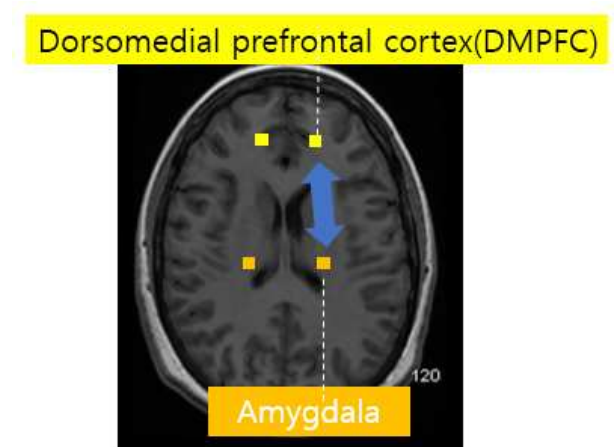
Brain activity area when regulating negative emotion

부정적인 감정이 생기고 이를 반복적으로 느끼게 되면 이를 조절하기 위해 편도체(Amygdala)와 두뇌의 앞쪽(frontal)의 활성이 동시에 나타난다 (Davidson et al., 2000; Ochsner and Gross, 2005; Quirk and Beer, 2006).

Banks 등(2008)는 14명의 건강한 성인을 대상으로 감정을 조절하는 실험을 진행하였다. 본 연구에서 참여자는 화재 희생자, 장례식장, 죽은 동물과 같은 혐오스러운 사진을 각각 4초간 총 5개를 보았다. 그리고 4초 동안 간단한 도형을 바라보았다. 연

구자는 피험자가 혐오스러운 사진을 바라보았을 때 활성화되는 영역에서 도형을 보았을 때 활성화된 영역을 제외하고 분석하였다. 그 결과 참여자들은 편도체(Amygdala)와 배측면 전두엽 피질(Dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)과 배내측 전전두엽 피질(DMPFC)이 활성화 되었다.

편도체와 배내측 전전두엽 피질이 동시에 활성화됐다는 것은 스스로 부정적인 감정을 잘 조절하고 있다는 지표이다(Friston et al., 1997). 왜냐하면 편도체와 배내측 전전두엽 피질의 기능적인 연결은 자발적인 감정조절과 연관이 있기 때문이다 (Ochsner et al., 2002, 2004b; Urry et al., 2006).



[Figure 3] Functional connectivity between Dorsomedial prefrontal cortex(DMPFC) and Amygdala.

Kim 등(2011)에 따르면 정상인의 경우 편도체와 배내측 전전두엽 피질 사이의 기능적인 활성이 정상적으로 활성화되어 불안과 같은 부정적인 감정을 잘 조절해준다. 하지만 우울증과 같은 병적인 불안을 갖고 있는 환자들은 편도체와 배내측 전전두엽 피질 간의 기능적인 연결이 나타나지 않는 것을 확인하였다.

따라서 부정적인 감정을 조절하는데 편도체와 배내측 전전두엽 피질의 기능적인 연결은 핵심적인 기능을 한다. 따라서 낮은 사회경제적 환경 속에서 자란 청소년들의 경우, 사회적 위협 상황에서 배내측 전전두엽 피질이 편도체와 함께 활성화 된 것도 부정적인 감정을 조절하기 위함이다.

하지만 배내측 전전두엽 피질은 정신화(Mentalizing)에 관여하고(Chen et al., 2004), 상대방의 마음 상태를 고려하는 기능을 수행한다(Isoda & Noritake, 2015). 따라서 낮은 사회경제적 환경에서 자라는 청소년들이 타인의 마음과 생각을 정확하게 파악하는 등의 사회적 능력이 높은 것은 부정적인 감정을 조절하기 위해 편도체와 함께 활성화된 배내측 전전두엽 피질 E 때문이다.

Conclusions and Implications

본 연구의 목적은 외부로부터 오는 스트레스를 많이 받는 낮은 사회경제적 환경 속에서 자란 청소년들이 왜 상대방의 마음과 생각을 잘 파악하는지에 대해 fMRI 관련 문헌을 분석해 밝히는 것이다. 본 연구를 통해 내릴 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫 째, 낮은 사회경제적 환경 속에서 자란 청소년들은 사회적 위협 상황에서 편도체(Amygdala)와 배내측 전전두엽 피질(DMPFC)의 활성이 나타난다. 왜냐하면 낮은 사회경제적 지위에 있을수록 사회적 위협에 민감해지기 때문이다. 둘째, 편도체와 배내측 전전두엽 피질은 서로 기능적 연결을 이루어 부정적인 감정을 조절하는 기능을 한다. 셋 째, 낮은 사회경제적 환경 속에서 자란 청소년들이 상대방의 마음이나 생각을 잘 읽는 것은 부정적인 감정을 조절하기 위해 편도체와 함께 활성화된 배내측 전전두엽 피질 때문이다.

본 연구 결과를 통해 다음과 같은 제언을 할 수 있다. 첫 째, 낮은 사회경제적 지위에 있는 청소년들에게 사회적 안정감을 주는 것이 선행되어야 한다. 왜냐하면 사회경제적 지위가 낮은 학생들은 사회적 스트레스에 민감해서 대부분의 두뇌 활성이 사회적 반응에 집중되어 효율적인 두뇌활성을 하지 못하기 때문이다. 둘째, 낮은 사회경제적 환경 속에서 자란 청소년들에게 사회적 안정감이 주어졌을 경우에도 마음 읽기를 잘 할 수 있도록 지도해야 한다. 현재 낮은 사회경제적 지위에 있는 청소년들은 사회적 스트레스를 조절하기 위해 활성화된 배내측 전전두엽 피질 때문이다. 따라서 사회적 안정감

이 주어지면 배내측 전전두엽 피질의 활성이 감소해 타인의 마음 읽기가 잘 안될 수 있기 때문이다. 따라서, 사회적 스트레스가 없더라도, 마음 읽기를 잘 할 수 있도록 지도할 필요가 있다.

References

- Adler, N. E., Boyce, T., Chesney, M. A., Cohen, S., Folkman, S., Kahn, R. L., & Syme, S. L. (1994). Socioeconomic status and health: the challenge of the gradient. *American psychologist*, 49(1), 15.
- 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), 303-312.
- Chen, E., & Matthews, K. A. (2001). Cognitive appraisal biases: An approach to understanding the relation between socioeconomic status and cardiovascular reactivity in children. *Annals of Behavioral Medicine*, 23(2), 101-111.
- Chen, E., Langer, D. A., Raphaelson, Y. E., & Matthews, K. A. (2004). Socioeconomic status and health in adolescents: The role of stress interpretations. *Child development*, 75(4), 1039-1052.
- Chen, E., Matthews, K. A., & Boyce, W. T. (2002). Socioeconomic differences in children's health: how and why do these relationships change with age?. *Psychological bulletin*, 128(2), 295.
- Davidson, R. J., Putnam, K. M., & Larson, C. L. (2000). Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation--a possible prelude to violence. *science*, 289(5479), 591-594.
- Dedovic, K., Rexroth, M., Wolff, E., Duchesne, A., Scherling, C., Beaudry, T., ... & Pruessner, J. C. (2009). Neural correlates of processing

- stressful information: an event-related fMRI study. *Brain research*, 1293, 49–60.
- Eisenberger, N. I., Taylor, S. E., Gable, S. L., Hilmert, C. J., & Lieberman, M. D. (2007). Neural pathways link social support to attenuated neuroendocrine stress responses. *Neuroimage*, 35(4), 1601–1612.
- Friston, K. J., Buechel, C., Fink, G. R., Morris, J., Rolls, E., & Dolan, R. J. (1997). Psychophysiological and modulatory interactions in neuroimaging. *Neuroimage*, 6(3), 218–229.
- Galinsky, A. D., Magee, J. C., Inesi, M. E., & Gruenfeld, D. H. (2006). Power and perspectives not taken. *Psychological science*, 17(12), 1068–1074.
- Gerhardt, S. (2006). Why love matters: How affection shapes a baby's brain. *Infant Observation*, 9(3), 305–309.
- Gianaros, P. J., & Manuck, S. B. (2010). Neurobiological pathways linking socioeconomic position and health. *Psychosomatic medicine*, 72(5), 450.
- Gianaros, P. J., Horenstein, J. A., Hariri, A. R., Sheu, L. K., Manuck, S. B., Matthews, K. A., & Cohen, S. (2008). Potential neural embedding of parental social standing. *Social cognitive and affective neuroscience*, nsn003.
- Hackman, D. A., & Farah, M. J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in cognitive sciences*, 13(2), 65–73.
- Hagger, M. S., Wood, C., Stiff, C., & Chatzisarantis, N. L. (2010). Ego depletion and the strength model of self-control: a meta-analysis.
- Hansford, B. C., & Hattie, J. A. (1982). The relationship between self and achievement/performance measures. *Review of Educational Research*, 52(1), 123–142.
- Hariri, A. R., Tessitore, A., Mattay, V. S., Fera, F., & Weinberger, D. R. (2002). The amygdala response to emotional stimuli: a comparison of faces and scenes. *Neuroimage*, 17(1), 317–323.
- Hertzman, C. (1999). The biological embedding of early experience and its effects on health in adulthood. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 896(1), 85–95.
- Kim, M. J., Loucks, R. A., Palmer, A. L., Brown, A. C., Solomon, K. M., Marchante, A. N., & Whalen, P. J. (2011). The structural and functional connectivity of the amygdala: from normal emotion to pathological anxiety. *Behavioural brain research*, 223(2), 403–410.
- Kraus, M. W., & Keltner, D. (2009). Signs of socioeconomic status a thin-slicing approach. *Psychological Science*, 20(1), 99–106.
- Kraus, M. W., Côté, S., & Keltner, D. (2010). Social class, contextualism, and empathic accuracy. *Psychological Science*.
- McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiological reviews*, 87(3), 873–904.
- McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American psychologist*, 53(2), 185.
- Miller, G., & Chen, E. (2007). Unfavorable socioeconomic conditions in early life presage expression of proinflammatory phenotype in adolescence. *Psychosomatic Medicine*, 69(5), 402–409.
- Muscattell, K. A., Morelli, S. A., Falk, E. B., Way, B. M., Pfeifer, J. H., Galinsky, A. D., ... & Eisenberger, N. I. (2012). Social status modulates neural activity in the mentalizing network. *Neuroimage*, 60(3), 1771–1777.
- Noble, K. G., McCandliss, B. D., & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental science*, 10(4),

- 464-480.
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in cognitive sciences*, 9(5), 242-249.
- Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J., & Gabrieli, J. D. (2002). Rethinking feelings: an fMRI study of the cognitive regulation of emotion. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(8), 1215-1229.
- Ochsner, K. N., Knierim, K., Ludlow, D. H., Hanelin, J., Ramachandran, T., Glover, G., & Mackey, S. C. (2004). Reflecting upon feelings: an fMRI study of neural systems supporting the attribution of emotion to self and other. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(10), 1746-1772.
- Quirk, G. J., & Beer, J. S. (2006). Prefrontal involvement in the regulation of emotion: convergence of rat and human studies. *Current opinion in neurobiology*, 16(6), 723-727.
- Rucker, D. D., Dubois, D., & Galinsky, A. D. (2011). Generous paupers and stingy princes: power drives consumer spending on self versus others. *Journal of Consumer Research*, 37(6), 1015-1029.
- Sarter, M., Berntson, G. G., & Cacioppo, J. T. (1996). Brain imaging and cognitive neuroscience: Toward strong inference in attributing function to structure. *American Psychologist*, 51(1), 13.
- Spielberg, J. M., Galarce, E. M., Ladouceur, C. D., McMakin, D. L., Olino, T. M., Forbes, E. E., ... & Dahl, R. E. (2015). Adolescent development of inhibition as a function of SES and gender: converging evidence from behavior and fMRI. *Human brain mapping*, 36(8), 3194-3203.
- Taylor, S. E., Lerner, J. S., Sage, R. M., Lehman, B. J., & Seeman, T. E. (2004). Early environment, emotions, responses to stress, and health. *Journal of personality*, 72(6), 1365-1394.
- Urry, H. L., Van Reekum, C. M., Johnstone, T., Kalin, N. H., Thurow, M. E., Schaefer, H. S., ... & Davidson, R. J. (2006). Amygdala and ventromedial prefrontal cortex are inversely coupled during regulation of negative affect and predict the diurnal pattern of cortisol secretion among older adults. *Journal of Neuroscience*, 26(16), 4415-4425.