

# КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2019

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

УДК 159.9  
ББК 88.25  
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2019 г. – 656 стр.

ISBN 978-5-4465-2346-7

УДК 159.9  
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-2346-7

©Авторы статей, 2019

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТРОЛЯ ПОВЕДЕНИЯ И КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПОДРОСТКОВ С ЭЭГ-ПРИЗНАКАМИ НЕОПТИМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РЕГУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ МОЗГА**

Д. И. Ломакин\* (1), М. Н. Захарова (1), А. А. Корнеев (1, 2),  
А. В. Курганский (1), Р. И. Мачинская (1)

[lomakindima4@gmail.com](mailto:lomakindima4@gmail.com)

1 – ИВФ РАО, Москва; 2 – МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

**Аннотация.** Исследование направлено на анализ влияния неоптимального состояния различных компонентов регуляторных систем мозга (РС) на возникновение в подростковом возрасте поведенческих проблем, таких как склонность к агрессии, делинквентности, а также игнорированию социальных норм и правил. В исследовании приняло участие 124 подростка (средний возраст – 14,6 лет). На основании анализа индивидуальных записей ЭЭГ покоя они были разделены на группы с ЭЭГ-паттернами, отражающими неоптимальное состояние фронто-таламической регуляторной системы, лимбических структур, лобно-базальных структур, лобно-височных отделов левого полушария. Была также сформирована контрольная группа подростков, на ЭЭГ которых не было выявлено ЭЭГ-признаков отклонений в функционировании РС. Сравнение результатов опросников, направленных на оценку склонности к различным отклонениям в поведении, показало, что в группах с ЭЭГ-признаками неоптимального состояния фронто-таламической системы и лобно-височных отделов левого полушария наблюдается повышенная склонность к делинквентному поведению и нарушению социальных норм и правил. Одновременно у подростков в этих группах по данным нейропсихологического обследования оказались снижены показатели эффективности управляющих функций. Полученные результаты позволяют предположить, что одной из причин девиантного поведения у подростков может быть неоптимальное состояние РС мозга, включающих префронтальные отделы коры.

**Ключевые слова:** подростковый возраст, отклоняющееся поведение, регуляторные системы мозга, ЭЭГ в состоянии покоя, управляющие функции, нейропсихологическое обследование

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 17-06-00837-ОГН.

### **Введение**

С подростковым возрастом связан ряд изменений в развитии человека. Эти изменения касаются как социальных условий (новые требования, предъявляемые к подростку, изменение его роли и статуса в обществе и т.п.), так и перестроек физиологических систем организма. Адаптация к новым соци-

альным, психологическим и физиологическим условиям часто сопровождается различными отклонениями поведения, в частности, повышенной импульсивностью, агрессивностью, игнорированием социальных норм. Как показывают современные психологические и нейрофизиологические исследования (Casey, 2015), существенную роль в возникновении «подростковых» проблем играет дисбаланс в функционировании регуляторных систем мозга (РС), обеспечивающих произвольный контроль и эмоционально-мотивационную регуляцию поведения. Вместе с тем вопрос о том, какие именно особенности функционирования РС мозга подростков оказывают наиболее существенное влияние на их поведение, остается открытым (Spear, 2000; Bjork et al., 2004; Galvan et al., 2006; Van Leijenhorst et al., 2010; Braams et al., 2014) и требует дальнейших междисциплинарных исследований.

В данной работе с целью выявления нейрофизиологических факторов склонности к отклоняющемуся поведению у подростков 12 – 16 лет проведено систематическое сопоставление трех видов индивидуальных данных:

- (1) значений шкал персонифицированных опросников, направленных на оценку склонности к различным девиациям поведения,
- (2) представленности ЭЭГ-признаков неоптимального состояния различных компонентов РС,
- (3) нейропсихологических показателей снижения эффективности функций программирования, избирательной регуляции и контроля деятельности – управляющих функций (УФ).

## Методика

Для оценки симптомов отклоняющегося поведения использовались два опросника: «Диагностика склонности к отклоняющемуся поведению (СОП)» (Солоницына и др., 2016) и методика диагностики эмоциональных и поведенческих проблем у детей и подростков Т. Ахенбаха Youth Self Report (YSR), адаптированная для русскоязычной популяции (Vasin et al., 2016). СОП включает семь шкал, из которых в рамках данного исследования мы обсуждаем три: склонность к преодолению норм и правил, склонность к агрессии и насилию и склонность к делинквентному поведению. YSR включает восемь шкал, из которых мы рассматриваем две: шкалу склонности к делинквентности и шкалу склонности к агрессии.

Состояние УФ оценивалось по результатам нейропсихологического обследования, на основании которого были рассчитаны показатели снижения эффективности отдельных компонентов УФ (программирования, избирательной регуляции и контроля деятельности), а также интегральный показатель дефицитности УФ.

Для характеристики состояния РС мозга использовались индивидуальные записи электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в состоянии покоя, на которых с помощью визуального анализа определялось наличие ЭЭГ-паттернов, отражающих неоптимальное функционирование различных отделов головного мозга: фронто-таламической системы, лимбических структур, лоб-

но-базальных структур, лобно-височных отделов левого полушария (Семенова и др., 2015).

**Выборка.** В исследовании приняло участие 124 подростка (средний возраст  $14.6 \pm 1.1$  лет, 80 мальчиков, 44 девочки). Все участники прошли ЭЭГ и нейропсихологическое исследование. На основании визуального экспертного анализа ЭЭГ была выделена контрольная группа (43 человека) и группы с неоптимальным состоянием фронто-таламической системы (ФТС, 13 человек), лимбических структур (Лимб, 36 человек), лобно-базальных структур (ЛБ, 15 человек) и лобно-височных отделов левого полушария (ЛП, 17 человек). Сочетания указанных выше отклонений функционального состояния РС в анализируемых группах отсутствовали. Статистические сравнения значений шкал опросников и нейропсихологических показателей в группах проводились с помощью дисперсионного анализа ANOVA с последующими парными сравнениями.

## Результаты

Было проведено сравнение результатов оценки склонности к отклоняющемуся поведению у подростков контрольной группы и подростков с ЭЭГ-признаками неоптимального функционирования различных компонентов РС мозга (см. Методику). Средние значения шкал опросников и результаты дисперсионного анализа влияния на них фактора Группа приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты опросников СОП и YSR в выделенных группах испытуемых

Группы	СОП			YSR	
	склонность к преодолению норм и правил	склонность к агрессии и насилию	склонность к делинквентному поведению	делинквентность	агрессия
Контроль	5.62 (2.53)	7.41 (3.69)	5.79 (2.46)	4.14 (3.89)	10.10 (7.11)
ФТС	<b>8.50 (3.26)</b>	10.50 (5.02)	<b>8.67 (4.12)</b>	<b>8.25 (4.25)</b>	14.58 (8.46)
Лимб	6.42 (2.45)	8.23 (3.98)	6.16 (2.72)	4.52 (3.48)	10.1 (6.04)
ЛБ	6.14 (2.28)	8.50 (4.22)	6.29 (3.17)	6.50 (4.16)	13.21 (7.73)
ЛП	7.29 (3.43)	10.93 (6.23)	<b>8.64 (4.92)</b>	6.79 (5.06)	13.07 (7.97)
Различия между группами	$F(4, 95) = 2.765, p = .032$	$F(4, 95) = 2.081, p = .089$	$F(4, 95) = 3.120, p = .019$	$F(4, 95) = 3.254, p = .015$	$F(4, 95) = 1.491, p = .211$

Примечание: здесь и в таблице 2 полужирным шрифтом выделены значимые (с учетом поправки Тьюки для множественных сравнений) различия между всеми группами по сравнению с контрольной, полужирным курсивом – субзначимые, в скобках указаны стандартные отклонения

Как видно из табл. 1, значимые различия между группами получены по шкалам склонности к преодолению норм и правил и склонности к делинквентному поведению по методике СОП, а также по шкале делинквентности в опроснике YSR. При этом во всех этих случаях максимальные баллы получены в группе ФТС, а по методике СОП – также в группе ЛП.

Схожие данные получены при сравнении групп по результатам нейропсихологического обследования. В табл. 2 представлены средние значения нейропсихологических показателей в группах и результаты дисперсионного анализа влияния на них фактора Группа.

**Таблица 2.** Результаты нейропсихологической оценки управляющих функций в выделенных группах испытуемых

	Контроль за деятельностью	Программирование	Избирательная регуляция	Интегральный показатель
Норма	0.30 (0.21)	0.30 (0.22)	0.25 (0.14)	0.28 (0.14)
ФТС	0.45 (0.25)	0.45 (0.27)	<b>0.45 (0.20)</b>	<b>0.45 (0.21)</b>
Лимб	<b>0.47 (0.23)</b>	0.32 (0.22)	<b>0.39 (0.24)</b>	<b>0.39 (0.17)</b>
ЛБ	<b>0.52 (0.29)</b>	0.22 (0.15)	0.31 (0.17)	0.35 (0.16)
ЛП	0.48 (0.20)	0.39 (0.23)	<b>0.44 (0.13)</b>	<b>0.44 (0.12)</b>
Различия между группами	$F(4, 92) = 3.349$ , $p = .013$	$F(4, 92) = 1.976$ , $p = .105$	$F(4, 92) = 4.225$ , $p = .003$	$F(4, 92) = 3.699$ , $p = .008$

Как видно из табл. 2, различия между группами значимы по показателям контроля деятельности, избирательной регуляции и общему показателю дефицитарности УФ. При этом показатель трудностей самоконтроля значимо повышен по сравнению с контрольной группой у подростков с ЭЭГ-признаками неоптимального состояния лимбических и лобно-базальных структур, а показатели трудностей избирательной регуляции и общий показатель дефицитарности УФ значимо выше в группах ФТС и ЛП.

### Обсуждение и выводы

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у подростков с признаками неоптимального состояния различных компонентов РС мозга могут в разной степени проявляться склонности к отклонениям поведения. Сравнение показателей опросников с результатами анализа ЭЭГ выявило наиболее выраженные риски девиантного поведения у подростков с признаками неоптимального функционирования ФТС и лобно-височных отделов левого полушария. Именно у таких подростков наблюдались повышенные значения по шкалам делинквентности в двух опросниках, а также по шкале склонности к преодолению норм и правил. Кроме того, результаты сравнения показателей ЭЭГ обследования и нейропсихологического тестирования показали, что у подростков с признаками неоптимального состояния ФТС и лобно-височных отделов левого полушария трудности программирования, избирательной регуляции и контроля деятельности значимо более выражены, чем в контрольной группе.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о том, что неоптимальное функционирование префронтальных зон коры и их связей с глубинными структурами мозга, приводящее к снижению эффективности избирательного произвольного контроля поведения, является одним из существенных факто-

ров, повышающих риск девиаций у подростков. Данные анализа ЭЭГ позволяют предположить, что негативное влияние сниженного когнитивного контроля на поведение усугубляется в подростковом возрасте изменениями со стороны лимбических, лобно-базальных и гипоталамических структур, участвующих в процессах эмоционально-мотивационной регуляции.

## Литратура

Семенова О. А., Мачинская Р. И., Ломакин Д. И. Влияние функционального состояния регуляторных систем мозга на эффективность программирования, избирательной регуляции и контроля когнитивной деятельности у детей. Сообщение I. Нейропсихологический и электроэнцефалографический анализ возрастных преобразований регуляторных функций мозга в период от 9 до 12 лет // Физиология человека. 2015. Т. 41. № 4. С. 5 – 17. [doi:10.7868/s0131164615040128](https://doi.org/10.7868/s0131164615040128)

Солоницына М. А., Питайкина А. А., Лимонченко Р. А. Диагностическая информативность методики «Определение склонности к отклоняющемуся поведению» (А. Н. Орел): проблемы практического применения // РЕМ: Psychology. Educology. Medicine. 2016. Т. 2. С. 199 – 231.

Bjork J. M. Incentive-elicited brain activation in adolescents: Similarities and differences from young adults // Journal of Neuroscience. 2004. Vol. 24. No. 8. P. 1793 – 1802. [doi:10.1523/jneurosci.4862-03.2004](https://doi.org/10.1523/jneurosci.4862-03.2004)

Braams B. R., Van Leijenhorst L., Crone E. A. Risks, rewards, and the developing brain in childhood and adolescence // The neuroscience of risky decision making Washington DC: American Psychological Association, 2014. P. 73 – 91. [doi:10.1037/14322-004](https://doi.org/10.1037/14322-004)

Casey B. J. Beyond simple models of self-control to circuit-based accounts of adolescent behavior // Annual Review of Psychology. 2015. Vol. 66. No. 1. P. 295 – 319. [doi:10.1146/annurev-psych-010814-015156](https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015156)

Galvan A., Hare T. A., Parra C. E., Penn J., Voss H., Glover G., Casey B. Earlier development of the accumbens relative to orbitofrontal cortex might underlie risk-taking behavior in adolescents // Journal of Neuroscience. 2006. Vol. 26. No. 25. P. 6885 – 6892. [doi:10.1523/jneurosci.1062-06.2006](https://doi.org/10.1523/jneurosci.1062-06.2006)

Spear L. P. The adolescent brain and age-related behavioral manifestations // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2000. Vol. 24. No. 4. P. 417 – 463. [doi:10.1016/s0149-7634\(00\)00014-2](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(00)00014-2)

Van Leijenhorst L., Moor B. G., de Macks Z. A. O., Rombouts S. A., Westenberg P. M., Crone E. A. Adolescent risky decision-making: Neurocognitive development of reward and control regions // NeuroImage. 2010. Vol. 51. No. 1. P. 345 – 355. [doi:10.1016/j.neuroimage.2010.02.038](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.02.038)

Vasin G., Lobaskova M., Gindina E. The Youth Self Report: Validity of the Russian version // SHS Web of Conferences. 2016. Vol. 29. P. 02041. [doi:10.1051/shsconf/20162902041](https://doi.org/10.1051/shsconf/20162902041)

## THE EFFICACY OF BEHAVIORAL CONTROL AND COGNITIVE PERFORMANCE IN ADOLESCENTS WITH SIGNS OF A SUBOPTIMAL STATE OF BRAIN REGULATORY SYSTEMS

D. I. Lomakin\* (1), M. N. Zakharova (1), A. A. Korneev (1, 2), A. V. Kurgansky (1), R. I. Machinskaya (1)

[lomakindima4@gmail.com](mailto:lomakindima4@gmail.com)

1 – Institute of Developmental Physiology, Russian Academy of Education, Moscow; 2 – Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Abstract.** The study aims to analyze the influence of the non-optimal state of various components of the brain's regulatory systems (RS) on the emergence of behavioral problems in adolescence, such as a tendency to aggression, delinquency, and ignoring social norms and rules. The study involved 124 adolescents (mean age: 14.6 years). Based on the analysis of individual EEG dormancy records, they were divided into groups based on EEG patterns reflecting non-optimal states of the fronto-thalamic regulatory system, limbic structures, frontal-basal structures, and frontal-temporal regions of the left hemisphere. A control group of adolescents was also formed, whose EEGs showed no signs of deviations in the functioning of the RS. A comparison of the results of questionnaires aimed at assessing the propensity for various deviations in behavior showed that in groups with EEG signs of a non-optimal state of the fronto-thalamic system and the frontal-temporal divisions of the left hemisphere, there is an increased tendency to delinquent behavior and violation of social norms and rules. At the same time, in adolescents in these groups, according to the data of their neuropsychological examinations, indicators of the effectiveness of control functions were reduced. The results suggest that one of the causes of deviant behavior in adolescents may be the non-optimal state of brain RS, including the prefrontal cortex.

**Keywords:** adolescents, deviant behavior, EEG, executive functions