Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_20
УДК 159.9

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_20
UDC 159.9

ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ

А.Е. Славутская
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена», г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В подростковом возрасте для успешного обучения и общения со сверстниками необходима способность к когнитивному (тóрмозному) контролю. Этот когнитивный навык входит в совокупность, которую называют исполнительными функциями. Данная работа дополняет уже известные данные о развитии тóрмозного контроля в подростковом возрасте. Всего в исследовании приняли участие 89 учащихся (43 девочек и 46 мальчиков) в возрасте от 11 до 17 лет. Для сравнения и выявления возрастных особенностей респонденты были поделены на группы: учащиеся 5 и 6 классов, учащиеся 7 и 8 классов, учащиеся 9, 10, 11 классов. Для исследования тóрмозного контроля была выбрана компьютерная методика «РеБОС» Е. Г. Вергунова и Е. И. Николаевой. Из проведённого исследования в качестве показателей развития тóрмозного контроля в подростковом возрасте можно выделить увеличение скорости реакции и сокращение количества ошибок в действиях, требующих сложной сенсомоторной реакции.
Ключевые слова: тóрмозный контроль, исполнительные функции, подростковый возраст.

THE FEATURES OF INHIBITORY CONTROL IN ADOLESCENCE

A.E. Slavutskaya
Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia

Annotation. The ability to cognitive (inhibitory) control is necessary for successful learning and communication with peers in adolescence. This cognitive skill is part of a set called executive functions. This work complements the already known data on the development of inhibitory control in adolescence. A total of 89 students (43 girls and 46 boys) aged 11 to 17 years took part in the research. For comparison and identification of age characteristics, the respondents were divided into groups: students of grades 5 and 6, students of grades 7 and 8, students of grades 9, 10, 11. The computer technique “ReBOS” developed by E.G. Vergunov and E.I. Nikolaeva was chosen for the research of inhibitory control. From the conducted research, as indices of the inhibitory control development in adolescence, it is possible to distinguish an increase in reaction time and a reduction in the number of errors in actions requiring complex sensorimotor reaction.
Keywords: inhibitory control, executive functions, adolescence.

Введение. В настоящее время одной из востребованных тем для изучения являются исполнительные функции (ИФ, executive functions) – «совокупность нисходящих ментальных процессов, необходимых для концентрации внимания, когда автоматическое, инстинктивное, интуитивное поведение становится неэффективным или невозможным» [1]. Особый интерес представляет развитие исполнительных функций в онтогенезе. Существует достаточное количество исследований ИФ в дошкольном и младшем школьном возрасте, но исследований подросткового возраста существенно меньше. Тóрмозный контроль, как одна из ИФ, отвечает за контроль поведения и мысли. Необходимость в контроле поведения в подростковом возрасте вызвана не только учебной деятельностью, но и потребностью в социализации, поскольку позволяет подавлять неуместные реакции и обеспечивает соответствие поведения намерениям и мотивам. Физиологической основой этой исполнительной функции является миелинизация, которая начинается в 7 лет и определяет специфику

произвольного поведения дошкольников. Тóрмозный контроль связан с лобными долями [2]. Были проведены исследования, показывающие, что в подростковом возрасте области когнитивного контроля в префронтальной коре могут блокировать сенсорную кору, влияя на обработку информации, не относящейся к задаче [3].

Целью данного исследования стало изучение особенностей тóрмозного контроля у детей подросткового возраста.

Методы и организация исследования. Исследование было проведено на базе ГБОУ «Президентский физико-математический лицей №239», подростково-молодёжных клубов «Октябрь», «Юность», «На Звёздной», «Космос» в Санкт-Петербурге. Всего в исследовании приняли участие 89 учащихся (43 девочек и 46 мальчиков) в возрасте от 11 до 17 лет. Для сравнения и выявления возрастных особенностей респонденты были поделены на группы: учащиеся 5 и 6 классов, учащиеся 7 и 8 классов, учащиеся 9, 10, 11 классов. Первая группа состояла из 18 человек, 4 из которых были мальчики. Группа учащихся 7 и 8 классов включала в себя 52 респондента, из которых мальчиков было 35 человек. Группа 9-11 классов состояла из 19 человек, 7 из которых мальчики.

Для исследования тóрмозного контроля была выбрана компьютерная методика «РеБОС» Е.Г. Вергунова и Е.И. Николаевой. Данная методика состоит из трёх серий: 0 серия (пробная), 1 серия (оценивающая простую сенсомоторную реакцию), 2 серия (оценивающая сложную сенсомоторную реакцию). При оценке простой сенсомоторной реакции вырабатывалась привычка реагировать на стимул (появление цветного круга на экране) нажатием клавиши «Пробел». При этом регистрируются время реакции в мс и количество пропусков. Для оценки сложной сенсомоторной реакции добавляется требование не реагировать на круги красного цвета, за счёт чего ожидается оценка эффективности тормозных процессов в центральной нервной системе, так как привычка реагировать уже должна была выработаться.

Пробная серия необходима для того, чтобы убедиться в усвоении ребёнком инструкции. При этом в пробной серии стимулы подаются через равные промежутки времени, а в основных (1 и 2) сериях они подаются фрактально [4]. В основных сериях, начиная с середины, стимульный материал повторялся вновь. Поэтому в результатах фиксируются среднее время реакции, ошибки и пропуски по каждой части каждой серии.

В качестве методов статистического анализа использовались критерий Фишера (F-тест) для оценки степени влияния переменных на исследуемую переменную, двухвыборочный с неравными дисперсиями критерий Стьюдента (критерий Уэлча) для сравнения средних значений двух независимых групп. При этом нормальность распределения данных выборки оценивалась с помощью метода номограмм.

Результаты исследования и их обсуждение. Как видно из таблиц 1 и 2, среднее время простой сенсомоторной реакции у учащихся 5-6 классов значительно увеличивается от первой части серии ко второй, что свидетельствует о большей утомляемости детей этого возраста по сравнению с более старшими детьми (рис. 1) [5]. Количество пропусков также выросло, а значит увеличенного времени реакции было недостаточно для повышения качества выполнения задания. При исследовании сложной сенсомоторной реакции (табл. 3, 4) среднее время реакции учащихся 5-6 классов увеличилось по сравнению с предыдущей серией. Однако в этой серии учащимся удалось с увеличением времени сократить во второй половине серии количество пропусков и ошибок, что демонстрирует процесс созревания тóрмозного контроля (рис. 2).

Таблица 1

Показатели простой сенсомоторной реакции у учащихся 5-6 и 7-8 классов

Класс учащихся	Первая часть		Вторая часть	
	Время реакции, мс	Количество пропусков	Время реакции, мс	Количество пропусков
5-6	293,0±32,9	1,6±2,6	314,6*±44,8	2,3**±1,9
7-8	280,3±19,4	0,8±1,3	290,5±34,5	0,9±1,2

Примечание: * – отличие значений группы учащихся 5-6 классов от группы учащихся 7-8 классов уровнем значимости $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$

Таблица 2

Показатели простой сенсомоторной реакции у учащихся 7-8 и 9-11 классов

Класс учащихся	Первая часть		Вторая часть	
	Время реакции, мс	Количество пропусков	Время реакции, мс	Количество пропусков
7-8	280,3±19,4	0,8±1,3	290,5±34,5	0,9±1,2
9-11	278,5±20,1	0,8±1,0	277,9±24,6	1,0±1,6

Таблица 3

Показатели сложной сенсомоторной реакции у учащихся 5-6 и 7-8 классов

Класс учащихся	Первая часть			Вторая часть		
	Время реакции, мс	Количество пропусков	Количество ошибок	Время реакции, мс	Количество пропусков	Количество ошибок
5-6	372,4±42,9	3,4±2,2	10,5***±3,2	394,7*±45,9	2,4**±2,6	9,5***±2,4
7-8	354,4±33,3	2,3±2,2	3,0±4,1	368,1±36,4	6,6±4,7	6,6±3,3

Примечание: * – отличие значений группы учащихся 5-6 классов от группы учащихся 7-8 классов уровнем значимости $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$

Таблица 4

Показатели сложной сенсомоторной реакции у учащихся 7-8 и 9-11 классов

Класс учащихся	Первая часть			Вторая часть		
	Время реакции, мс	Количество пропусков	Количество ошибок	Время реакции, мс	Количество пропусков	Количество ошибок
7-8	354,4±33,3	2,3±2,2	3,0±4,1	368,1±36,4	6,6±4,7	6,6±3,3
9-11	346,8±34,1	2,2±2,7	8,3***±2,4	362,8±33,9	1,7***±3,0	6,1±3,1

Примечание: * – отличие значений группы учащихся 9-11 классов от группы учащихся 7-8 классов уровнем значимости $p \leq 0,05$, *** – $p \leq 0,001$

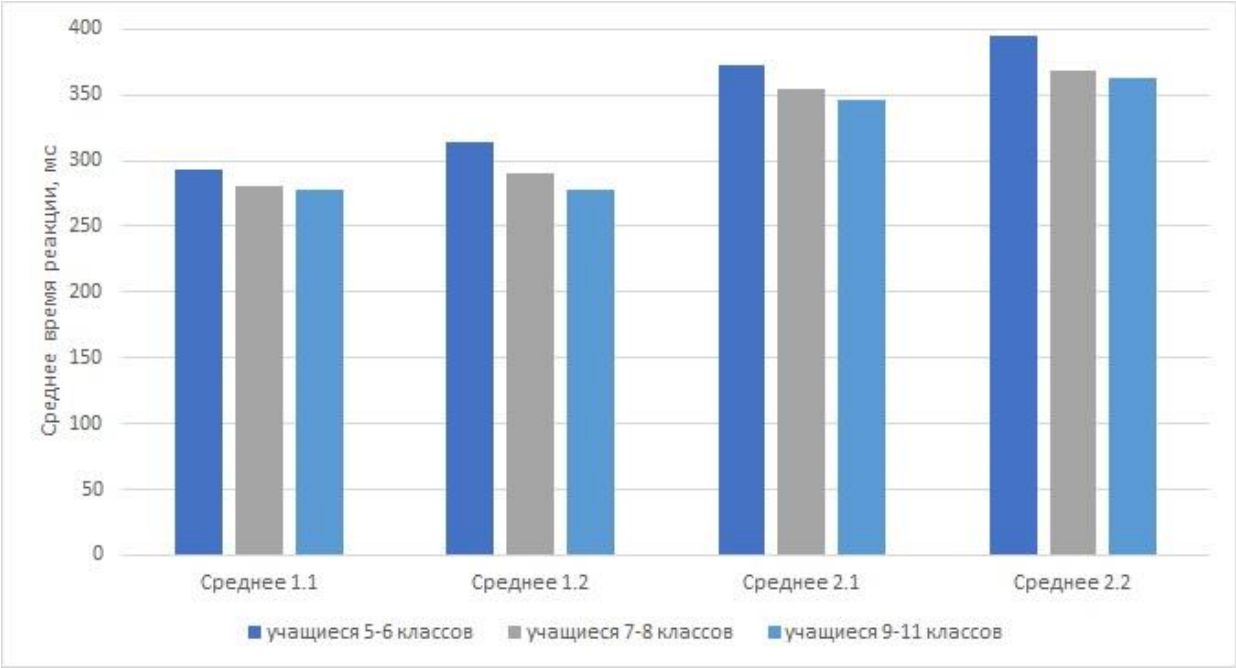


Рис. 1. Среднее время простой и сложной сенсомоторной реакции

Примечание: среднее 1.1 и 1.2 – среднее время простой сенсомоторной реакции (1 и 2 часть соответственно), среднее 2.1 и 2.2 – среднее время сложной сенсомоторной реакции (1 и 2 часть соответственно)

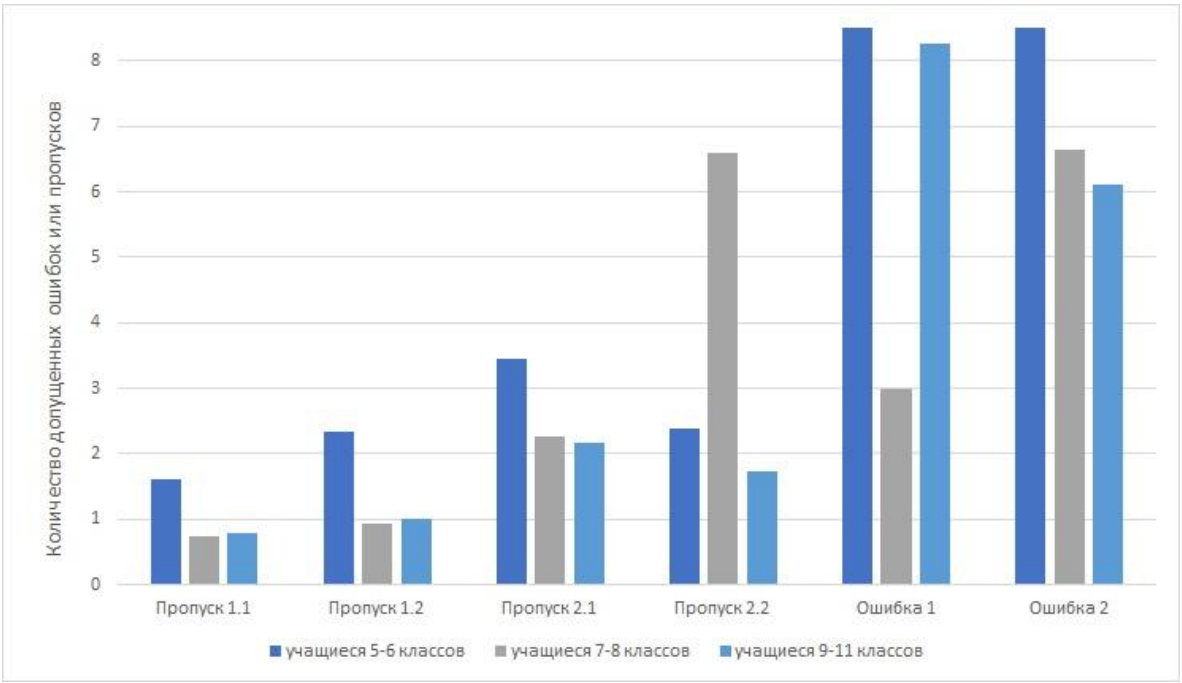


Рис. 2. Количество допущенных ошибок и пропусков при оценке простой и сложной сенсомоторной реакции

Примечание: пропуск 1.1 и 1.2 – количество пропусков при оценке простой сенсомоторной реакции (1 и 2 часть соответственно), пропуск 2.1 и 2.2 – количество пропусков при оценке сложной сенсомоторной реакции (1 и 2 часть соответственно), ошибка 1 и 2 – количество ошибок, допущенных при оценке сложной сенсомоторной реакции

Статистически значимые различия между результатами группы учащихся 5-6 классов и группы учащихся 7-8 классов были выявлены в среднем времени простой сенсомоторной реакции (вторая часть серии), в среднем времени сложно сенсомоторной реакции (вторая часть серии), как показано в таблице 1, и в количестве ошибок (табл. 3) в обеих частях второй серии. По сравнению с результатами предыдущей группы у учащихся 7-8 классов сокращены среднее время реакции и количество пропусков в исследовании простой сенсомоторной реакции, что говорит о развитии тóрмозного контроля. При выполнении заданий, требующих сложной сенсомоторной реакции, семиклассники реагируют быстрее и точнее шестиклассников, но наблюдается увеличение количества ошибок и пропусков во второй части серии. Можно предположить, что это связано с бóльшей сформированностью тормозного контроля у семиклассников по сравнению с более младшими детьми. У школьников 9-11 классов не наблюдается ускорение реакции, но заметно уменьшается число пропусков, что говорит о более осознанном подходе к решению поставленной задачи, а также о бóльшей сформированности у них тóрмозных процессов по отношению к более младшим детям. Стоит подчеркнуть, что формирование тормозных процессов, основанных на механизме миелинизации мозолистого тела и префронтальной коры, у части детей завершается к 17 годам, тогда как у отдельных людей может продолжаться до 25-30, что обеспечивает вариабельность реакций школьников [6].

Как видно из таблицы 2, при исследовании простой сенсомоторной реакции статистически значимых различий у старшеклассников по сравнению с 7-8 классами нет. Однако больше половины учащихся данной группы догадались о фрактальной структуре стимула. При выполнении второй серии, направленной на исследование сложной сенсомоторной реакции, среднее время реакции старшеклассников сопоставимо с результатом учащихся 7-8 классов, но картина принципиально другая: со статистически значимым увеличением количества ошибок в первой части серии учащиеся показывают высокую эффективность в совокупности с догадкой о структуре стимула и значительно сокращают количество ошибок и пропусков во второй части серии.

Также был проведён корреляционный анализ с помощью коэффициента корреляции Пирсона, который выявил умеренную отрицательную связь между количеством ошибок во второй части серии 2 и классом респондента ($r=-0,31$ с уровнем достоверности $p<0,004$), что является показателем развития тóрмозного контроля.

Заключение. Из проведённого исследования в качестве показателей развития тóрмозного контроля в подростковом возрасте можно выделить увеличение скорости реакции и сокращение количества ошибок в действиях, требующих сложной сенсомоторной реакции. Можно говорить о том, что статистически значимо отличаются между собой группы учащихся 5-6 и 7-8 классов. При этом у старшеклассников повышается эффективность тóрмозного контроля.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаева, Е. И. Что такое “executive functions” и их развитие в онтогенезе / Е. И. Николаева, Е. Г. Вергунов // Теоретическая и экспериментальная психология – 2017. – №2. – С. 62-81.
2. Inhibitory Control Development: A Network Neuroscience Perspective / Kang W., Hernández S. P., Rahman M. S. [et al] // Front. Psychol. – 2022. – Vol. 13. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.651547/full (дата обращения: 30.07.2023)
3. Turning down the heat: neural mechanisms of cognitive control for inhibiting task-irrelevant emotional information during adolescence / Banich M. T., Smolker H. R., Snyder H. R. [et al]

// Neuropsychologia. – 2019. – Vol. 125. – P. 93-108.
4. Николаева, Е. И. Связь характеристик рабочей памяти и тормозного контроля с особенностью ближайшего окружения дошкольника и его включенностью в физическую активность / Е. И. Николаева, А. А. Исайко, А. С. Федорук // Комплексные исследования детства. – 2019. – Т. 1. – № 2 – С. 107-113.
5. Разумникова, О. М. Онтогенез тормозного контроля когнитивных функций и поведения / О. М. Разумникова, Е. И. Николаева. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2021. – 159 с.
6. Николаева, Е. И. Тормозный контроль в младшем школьном и подростковом возрасте / Е. И. Николаева // Комплексные исследования детства. – 2019 – Т. 1. – № 2. – С. 152-161.

REFERENCES

1. Nikolaeva E.I., Vergunov E.G. What are “executive functions” and their development in ontogenesis. *Theoretical and Experimental Psychology*, 2017, no. 2, pp. 62-81. (in Russ.)
2. Kang W., Hernández S.P., Rahman M.S., Voigt K and Malvaso A. Inhibitory Control Development: A Network Neuroscience Perspective. *Front. Psychol.* 2022, vol. 13. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.651547/full (accessed 30.07.2023)
3. Banich M.T., Smolker H.R., Snyder H.R., Lewis-Peacock J.A., Godinez D.A., Wager T. D., et al. Turning down the heat: neural mechanisms of cognitive control for inhibiting task-irrelevant emotional information during adolescence. *Neuropsychologia,* 2019, vol. 125, pp. 93-108.
4. Nikolaeva E.I., Isajko A.A., Fedoruk A.S. The relationship of working memory and inhibitory control to the family environment of preschoolers and their involvement in physical activity. *Comprehensive Child Studies,* 2019, vol. 1, no. 2, pp. 107-113. (in Russ.)
5. Razumnikova O.M., Nikolaeva E.I. Development of inhibitory control of cognitive functions and behavior. Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University, 2021. 159 p. (in Russ.)
6. Nikolaeva E.I. Inhibitory control in primary school and adolescence. *Comprehensive Child Studies,* 2019, vol. 1, no. 2, pp. 152-161. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Алиса Евгеньевна Славутская – аспирант, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, e-mail: aliseslav@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Alisa Evgen’evna Slavutskaya – Post-Graduate Student, Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, e-mail: aliseslav@gmail.com.

Для цитирования: Славутская, А. Е. Особенности тормозного контроля в подростковом возрасте / А. Е. Славутская // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_20

For citation: Slavutskaya A.E. The features of inhibitory control in adolescence. *Modern Issues of Biomedicine,* 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_20