

# Особенности когнитивного развития у детей раннего и дошкольного возраста, использующих гаджеты

Р.Г. Гамирова<sup>1,2</sup>, Е.А. Горобец<sup>1</sup>, А.В. Схиртладзе<sup>1</sup>, В.Ф. Прусаков<sup>2</sup>, С.Я. Волгина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия;

<sup>2</sup>Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Казань, Россия;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия

## Features of cognitive development in children of early and preschool age using gadgets

R.G. Gamirova<sup>1,2</sup>, E.A. Gorobets<sup>1</sup>, A.V. Skhirtladze<sup>1</sup>, V.F. Prusakov<sup>2</sup>, S.Ya. Volgina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russia;

<sup>2</sup>Kazan State Medical Academy – Branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan, Russia;

<sup>3</sup>Kazan State Medical University, Kazan, Russia;

Обзор литературы посвящен влиянию технологических устройств – гаджетов – на раннее когнитивное и речевое развитие детей. В раннем детстве ведущей формой деятельности выступает предметно-деятельностное общение, эффективность влияния которого на развитие речи определяется в том числе взаимодействием ребенка со взрослым (предметными действиями, усвоением назначения предметов, использованием форм речевого общения). Игровая деятельность дошкольников помогает активизировать общение и взаимодействие со сверстниками. Длительное и бесконтрольное взаимодействие детей с гаджетами сопряжено с недостаточным вниманием родителей и близких людей, что нарушает процесс коммуникации и познания, особенно сильно тормозит процесс развития речи. Зарубежные педиатрические ассоциации рекомендуют исключить использование мобильных устройств у детей в возрасте 0–2 лет и ограничивать их использование одним часом в день для детей в возрасте 3–5 лет. Большинство исследователей выявляют связь между длительным использованием гаджетов дошкольниками, задержкой развития произвольного внимания, социального взаимодействия, искажением когнитивного развития, задержкой развития речи и отмечают такие положительные эффекты, как высокий уровень развития произвольного внимания, быстрота реакции на внешние стимулы.

**Ключевые слова:** дети, когнитивное развитие, речь, гаджеты, задержка речевого развития.

**Для цитирования:** Горобец Е.А., Гамирова Р.Г., Схиртладзе А.В., Прусаков В.Ф., Волгина С.Я. Особенности когнитивного развития у детей раннего и дошкольного возраста, использующих гаджеты. Рос вестн перинатол и педиатр 2021; 66:(5): 163–167. DOI: 10.21508/1027–4065–2021–66–5–163–167

The article describes the impact of technological devices – gadgets – on the early cognitive and speech development in children. In early childhood, object-activity communication is the leading form of activity; its influence on the speech development is determined by the interaction of the child with the adult (object-oriented actions, the understanding of the purpose of objects, the use of verbal communication). The play activity of preschoolers helps to enhance communication and interaction with peers. Long and uncontrolled interaction with gadgets is connected with insufficient attention of parents and caregivers, which disrupts the process of communication and cognition, in particular, slows down the process of speech development. Foreign pediatric associations recommend eliminating the use of mobile devices in children aged 0–2 years and limiting their use to one hour per day for children aged 3–5 years. Most researchers identify a connection between the long-term use of gadgets by preschoolers, delayed development of endogenous attention, social interaction, distortion of cognitive development, delayed speech development and such positive effects as a high level of exogenous attention development, quick response to external stimuli.

**Key words:** children, cognitive development, speech, gadgets, speech delay.

**For citation:** Gamirova R.G., Gorobets E.A., Skhirtladze A.V., Prusakov V.F., Volgina S.Ya. Features of cognitive development in children of early and preschool age using gadgets. Ros Vestn Perinatol i PEDIATR 2021; 66:(5): 163–167 (in Russ). DOI: 10.21508/1027–4065–2021–66–5–163–167

**М**обильные устройства с сенсорным экраном (смартфоны и планшеты) в настоящее время используются все большим числом детей в возрасте,

в котором очень высока нейропластичность мозга. Современных детей называют «цифровыми аборигенами», поскольку они растут в окружении цифро-

© Коллектив авторов, 2021

**Адрес для корреспонденции:** Гамирова Римма Габдульбаровна – к.м.н., доц. кафедры фундаментальных основ клинической медицины, ст. науч. сотр. НИЛ «Клиническая лингвистика» Казанского (Приволжского) федерального университета, доц. кафедры детской неврологии Казанской государственной медицинской академии, ORCID: 0000-0002-8582-592X e-mail: r-gamirov@mail.ru

Горобец Елена Анатольевна – к.фил.н., доц., зав. кафедрой прикладной и экспериментальной лингвистики, рук. НИЛ «Клиническая лингвистика», заведующая Центром патологии речи Научно-клинического центра прецизионной и регенеративной медицины Казанского (Приволжского) федерального университета, ORCID: 0000-0002-3859-5543

Схиртладзе Алина Викторовна – асп. кафедры прикладной и экспериментальной лингвистики Казанского (Приволжского) федерального университета, ORCID: 0000-0002-9724-2043

420008 Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Прусаков Владимир Федорович – д.м.н., проф. кафедры детской неврологии Казанской государственной медицинской академии, ORCID: 0000-0002-2866-4031

420012 Казань, ул. Муштары, д. 11

Волгина Светлана Яковлевна – д.м.н., проф. кафедры госпитальной педиатрии Казанского государственного медицинского университета, ORCID: 0000-0002-4147-2309

420012 Казань, ул. Бутлерова, д. 49

вых технологий. Дети, взаимодействующие с технологическими устройствами, практически с рождения начинают рассматривать их как незаменимый элемент жизни, у многих из детей достаточно быстро развивается зависимость от гаджетов [1].

Этот феномен активно изучается неврологами, психиатрами, педиатрами, специалистами в области компьютерных технологий, психологии развития, лингвистами и педагогами. В настоящее время уже в годовалом возрасте дети могут использовать устройства с сенсорными экранами, легко перемещаясь со страницы на страницу, играть в визуальные игры, требующие быстрой пальцевой реакции [2, 3]. Цифровизация жизнедеятельности общества и появление технологических инноваций на современном этапе определяют принципиально новую социальную ситуацию развития человека любого возраста, и положение в возрастной группе детей раннего возраста характеризуется как критическое, поскольку организация совместного проведения времени родителей и детей существенно изменилась, и не в лучшую сторону для гармоничного психического развития ребенка. Согласно результатам исследований, независимо проведенным в разных странах, в последние годы возраст начала использования гаджетов у детей постепенно снижается, и почти 50% детей в возрасте 0–3 лет используют хотя бы одно устройство в среднем 2–5 ч в день [2–5].

Часто семьи рассматривают гаджеты как самый простой способ эффективного кормления (пока ребенок ест, он смотрит мультфильм), развлечения (ребенку дается в руки гаджет с развивающими играми или мультфильмами) и способ заставить своих детей не мешать родителям, когда они заняты делами. Ряд родителей искренне полагают, что раннее введение гаджетов в обычную жизнь ребенка ускоряет его когнитивное развитие [3, 6, 7].

Доказано, что частое и бессистемное применение гаджетов у детей до 3 лет оказывает выраженное влияние на неокрепшую нервную систему. В частности, установлено, что развитие речи имеет взаимосвязь с частотой использования гаджетов и временем их введения в жизнь ребенка. Кроме того, использование девайсов сопровождается малоподвижным поведением, влияет на общую моторику, вытесняет значимые компоненты для развития (к которым, в частности, относится речь) [8]. Имеется недостаточное количество научных исследований, раскрывающих суть влияния раннего использования гаджетов на психическое развитие дошкольника в целом. Практическая сложность проблемы объясняется отсутствием комплексного диагностического междисциплинарного подхода, позволяющего всесторонне оценить степень отклонений в когнитивном развитии детей раннего и дошкольного возраста, вызванного воздействием гаджетов (сложно отделить гаджетный фактор от других). Таким образом, проблема взаимосвязи использо-

вания гаджетов дошкольниками и девиаций в когнитивном развитии детей вышла на новый уровень и требует активного изучения.

### **Причины отклонений в когнитивном развитии при использовании гаджетов**

Первые три года жизни – это период, в течение которого физическое, психомоторное, социальное, эмоциональное, когнитивное и речевое развитие проходит одни из самых важных этапов, ребенок находится в состоянии перманентного изменения, формируется будущая личность. Другая важная особенность этого возраста заключается в том, что дети в этот период полностью зависят от взрослых, которые могут удовлетворить их физические, психологические и эмоциональные потребности; соответственно уход взрослых и условия окружающей среды имеют решающее значение для развития ребенка [9].

В традиционной логопедии принято считать, что анализ речевых нарушений в контексте развития позволяет выделить ведущий дефект и сопровождающие его вторичные нарушения в развитии речи для определения методов профилактики речевых нарушений и их коррекции. В психологической литературе, как правило, обращается внимание на закономерности нормального возрастного развития в раннем и дошкольном детстве, т.е. в периоды, когда дети сенситивны для активного формирования речи. В раннем детстве ведущей формой деятельности выступает предметно-деятельностное общение, эффективность влияния которого на развитие речи определяется взаимодействием ребенка со взрослым (предметное действие, усвоение назначения предметов, использование форм речевого общения) [10]. Интенсивное развитие речи наблюдается именно в дошкольном возрасте, что вызвано сменой ведущей деятельности – появление символической (ролевой) игры. В младшем школьном возрасте учебная деятельность выступает основой для совершенствования устной и письменной речи. Понимание важности этих возрастных закономерностей имеет принципиальное значение при решении вопроса об использовании гаджетов у дошкольников. Если в раннем возрасте предметно-деятельностное общение сводится к многочасовым манипуляциям с гаджетом, познание осуществляется с помощью специфического, до конца еще не изученного механизма, умение вступать и организовывать ролевые игры не формируется, мотив к осуществлению учебной деятельности формируется либо слабо, либо искаженно.

### **Нарушения развития речи и использование гаджетов**

Чрезмерное увлечение детей дошкольного возраста гаджетами сопряжено с недостаточным вниманием родителей и близких людей и, в свою очередь, провоцирует снижение интереса ребенка к коммуникации.

S.C. Kucker и соавт. [11] установили, что попадание незнакомых предметов в поле внимания ребенка раннего возраста и звуковое сопровождение этого процесса способствуют лучшей их ассоциации при формировании речи, т.е. ребенок воспринимает незнакомое слово как название предмета. Исследователи показали, что дети запоминают лучше название предмета, если им дать с ним поиграть, поскольку при этом задействуются разные анализаторы [11]. Соответственно создание ребенку незнакомой обстановки помогает лучше концентрироваться на словах. Авторы подчеркивают, что сам по себе гаджет в соответствующих условиях также может формировать незнакомую обстановку для концентрации внимания, но данный процесс нуждается в постоянном контроле.

М.В. Белоусова и соавт. [12] обращают внимание на то, что частое использование детьми гаджетов способствует общему недоразвитию речи и развитию аутистичноподобного поведения у детей. На междисциплинарный характер проблемы указывает то, что применение детьми гаджетов ведет к бегству от реальности, отчуждению и непониманию в семье, общению в рамках которой является необходимым условием развития речи. В ходе проведенного в 2010–2013 г. авторами диагностического исследования 130 семей установлено, что раннее знакомство дошкольников с гаджетами тормозит и ухудшает развитие диалоговой речи, ухудшает коммуникативные способности, которые, естественно, могут развиваться только в процессе общения. Более чем в половине семей функция общения с ребенком делегирована гаджету, а игровая деятельность детей не требует использования речи. Соответственно меняется ценностная структура, что приводит к дезорганизации и деградации психических функций [12].

### **Изменения когнитивного и психического развития детей, использующих гаджеты**

Интересными представляются данные, полученные А.М. Portugal и соавт. [13]. Анализу подвергалось развитие эндо- и экзогенного внимания у детей, в течение длительного времени использующих смартфоны и планшеты с сенсорными экранами. В эксперимент вошли 40 детей-дошкольников, постоянно использующих гаджеты в течение нескольких лет. Результаты показали, что длительное воздействие устройств с сенсорным экраном связано с более быстрым развитием экзогенного (непроизвольного, характеризуемого быстротой реакции и зависящего от внешних стимулов) внимания и сопутствующим снижением уровня эндогенного (произвольного) внимания [13]. V. Konok и соавт. [14] выявили связь между использованием гаджетов, высоким уровнем избирательного внимания и ограничением социальных и когнитивных навыков у дошкольников. G. Lissak [15] отметил, что чрезмерное использование смартфонов имеет негативные последствия в виде нарушений сна и ожирения у детей.

Экспериментальные исследования показывают, что интерактивность мобильных устройств имеет преимущества перед пассивным просмотром (например, просмотром телевизора) для обучения и развития саморегуляции маленьких детей, но долгое и частое использование мобильных устройств связано с задержкой как речевого развития, так и развития саморегуляции [16]. В исследовании D. Hirr и соавт. [17] обсуждается вопрос перцептивных и когнитивных ограничений, социальных опор при использовании гаджетов детьми в течение долгого времени.

### **Личностные особенности детей дошкольного возраста, использующих гаджеты**

М.В. Борцова и С.Д. Некрасова [18] обращают внимание на то, что в подсистеме взаимодействия дошкольник–гаджет не вырабатываются ответственные отношения с окружающими людьми (взаимопомощь, дружба, забота, ответственность за результат и др.). В целях подтверждения предположения о том, что существуют личностные особенности применения гаджетов детьми авторы разработали опросник «Использование ребенком электронных гаджетов» (позволяет определить время, степень использования гаджета), экспертный опрос «Социально-личностные свойства ребенка» (выявляет особенности общения детей с родителями и взрослыми и особенности проявления нравственных качеств). Применение описанных методик исследования в группе дошкольников позволило авторам выявить три группы родителей, по-разному нормирующих использование детьми гаджетов: одни ничего не разрешают, другие разрешают один вид гаджета; третьи – сразу несколько видов [18]. Соответственно после экспертного опроса выяснилось, что нормирование родителями времяпровождения дошкольника за гаджетом будет определять его дальнейший уровень нравственного, психического и социального развития. Дальнейшее наблюдение показало, что использование детьми гаджетов снижает их способности к коммуникации и взаимодействию.

В.Р. Кучма [19] подчеркивает, что использование детьми цифровых технологий, в первую очередь гаджетов, открывает неограниченные возможности, при этом способно нанести неокрепшей психике и нравственной сфере ребенка вред. Требуется своего рода решения проблема теоретического обоснования концептуальных основ гигиенической безопасности и регламентирования жизнедеятельности детей в процессе использования информационных технологий, разработки системы рекомендаций для семей, где дети используют гаджеты.

### **Влияние использования гаджетов родителями на когнитивное развитие детей**

Влияние на когнитивное развитие детей оказывает использование гаджетов не только ими лично, но и их родителями. Дети до 5 лет сильно зависят от чувстви-

тельного и отзывчивого поведения родителей либо воспитателей в контексте формирования паттернов привязанности. Нарушения родительской чувствительности могут негативно повлиять на процессы взаимодействия родителей и детей, связанные с привязанностью, и, как следствие, на когнитивное развитие детей [20]. Родители, использующие мобильные устройства, не реагировали на просьбы ребенка почти в половине наблюдаемых случаев; отмечается заметное сокращение времени вербального и невербального общения родителей с детьми, совместных занятий. Приверженность к смартфонам и планшетами самих родителей коррелирует с меньшей их отзывчивостью к просьбам ребенка. Исследование, проведенное М. van den Heuvel и соавт. [21], продемонстрировало значительную связь между активным использованием мобильных мультимедийных устройств в семьях и задержкой экспрессивной речи у 18-месячных детей.

Обзорное исследование В. Rocha и С. Nunes [22], проведенное с 2011 по 2018 г., показало, что у детей младше 5 лет ущерб от использования устройств с сенсорным экраном превосходит преимущества, особенно когда экранному времени уделяется по несколько часов в день.

#### ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Duch H., Fisher E.M., Ensari I., Font M., Harrington A, Taromino C. et al. Association of screen time use and language development in Hispanic toddlers: a cross-sectional and longitudinal study. *Clin Pediatr (Phila)* 2013; 52(9): 857–865. DOI: 10.1177/0009922813492881
2. Kılıç A.O., Sari E., Yucel H., Oğuz M.M., Polat E., Acoglu E.A. et al. Exposure to and use of mobile devices in children aged 1–60 months. *Eur J Pediatr* 2019; 178(2): 221–227. DOI: 10.1007/s00431-018-3284-x
3. Kulakci-Altintas H. Technological Device Use Among 0–3 Year Old Children and Attitudes and Behaviors of Their Parents Towards Technological Devices. *J Child Fam Stud* 2020; 29: 55–61. DOI: 10.1007/s10826-019-01457-x
4. Chen B., van Dam R.M., Tan C.S., Chua H.L., Wong P.G., Bernard J.Y. et al. Screen viewing behavior and sleep duration among children aged 2 and below. *BMC Public Health* 2019; 19(1): 59. DOI: 10.1186/s12889-018-6385-6
5. Goh S.N., The L.H., Tay W.R., Anantharaman S., van Dam R.M., Tan C.S. et al. Sociodemographic, home environment and parental influences on total and device-specific screen viewing in children aged 2 years and below: An observational study. *BMJ Open* 2016; 6(1): e009113. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-009113
6. Kabali H.K.; Irigoyen M.M.; Nunez-Davis R.; Budacki J.G.; Mohanty S.H.; Leister K.P. et al. Exposure and Use of Mobile Media Devices by Young Children. *Pediatrics* 2015; 136(6): 1044–1050. DOI: 10.1542/peds.2015-2151
7. Radesky J.S., Peacock-Chambers E., Zuckerman B., Silverstein M. Use of Mobile Technology to Calm Upset Children: Associations With Social-Emotional Development. *JAMA Pediatr* 2016; 170(4): 397–399. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2015.4260
8. Madigan S., McArthur B.A., Anhorn C., Eirich R., Christakis D.A. Associations Between Screen Use and Child Language Skills: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*

#### Заключение

Зарубежные педиатрические ассоциации [23] рекомендуют исключить использование мобильных устройств у детей в возрасте 0–2 лет и ограничивать их использование одним часом в день для детей в возрасте 3–5 лет. Такие рекомендации были разработаны после изучения влияния электронных мобильных устройств на развитие детей во многих исследованиях. Одно из них включало 3115 участников и было направлено на изучение восприятия общественностью риска, связанного с использованием девайсов детьми в возрасте от 0 до 5 лет, и изучение отношения родителей к их использованию детьми [24].

Таким образом, можно прийти к выводу, что большинство исследователей демонстрируют связь между длительным использованием гаджетов дошкольниками, задержкой развития произвольного внимания, социального взаимодействия, искажением когнитивного развития, задержкой развития речи, а также выявляют такие положительные эффекты, как высокий уровень развития произвольного внимания, быстрота реакции на внешние стимулы.

9. Fischer-Grote L., Kothgassner O.D., Felnhofer A. Risk factors for problematic smartphone use in children and adolescents: A review of existing literature. *Neuropsychiatry* 2019; 33(4): 179–190. DOI: 10.1007/s40211-019-00319-8
10. Выготский Л.С. Мышление и речь. Изд. 5-е, испр. М.: Лабиринт, 1999; 352. [Vygotksiy L.S. Thinking and speech. 5th edn., revised. Moscow: Labirint, 1999; 352. (in Russ.)]
11. Kucker S.C., McMurray B., Samuelson L.K. Sometimes it is better to know less: How known words influence referent selection and retention in 18- to 24-month-old children. *Journal of Experimental Child Psychol* 2020; 180: 1–20. DOI: 10.1016/j.jecp.2019.104705
12. Белоусова М.В., Карпов А.М., Уткузова М.А. Влияние гаджетов на развитие коммуникации, социализации и речи у детей раннего и дошкольного возраста. *Практическая медицина* 2014; 9(85): 108–112. [Belousova M.V., Karpov A.M., Utukuzova M.A. Influence of gadgets on communication, socialization and speech development in infants and preschool children. *Prakticheskaya meditsina* 2014; 9(85): 108–112. (in Russ.)]
13. Portugal A.M., Bedford R., Cheung C.H., Mason L., Smith T.J. Longitudinal touchscreen use across early development is associated with faster exogenous and reduced endogenous attention control. *Scie Rep* 2021; 11(1): 2205. DOI: 10.1038/s41598-021-81775-7
14. Konok V., Liszkai-Peres K., Bunford N., Kampis G., Miklósi Á. Mobile use induces local attentional precedence and is associated with limited socio-cognitive skills in preschoolers. *Comput Human Behav* 2021; 120(8): 106758. DOI: 10.1016/j.chb.2021.106758
15. Lissak G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environ Res* 2018; 164: 149–156. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.015

16. Lawrence A., Choe D.E. Mobile Media and Young Children's Cognitive Skills: A Review. *Acad Pediatr* 2021; 1: S1876–2859. DOI: 10.1016/j.acap.2021.01.007
17. Hipp D., Gerhardstein P., Zimmermann L., Moser A., Taylor G., Barr R. The dimensional divide: Learning from TV and touchscreens during early childhood. Media exposure during infancy and early childhood: The effects of content and context on learning and development. Springer International Publishing AG, 2016; 33–54. DOI: 10.1007/978-3-319-45102-2\_3
18. Борцова М.В., Некрасов С.Д. Личностные особенности дошкольников, относящиеся к использованию электронных гаджетов. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2017; 133(9): 134–150. [Borцова М.В., Nekrasov S.D. Personality traits of preschool children relating to the use e-gadgets. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 2017; 133: 134–150. (in Russ.)] DOI: 10.21515/1990-4665-133-013
19. Кучма В.Р. Гигиеническая безопасность гиперинформатизации жизнедеятельности детей. Гигиена и санитария 2017; 96(11): 1059–1063. [Kuchma V.R. The minimization of the impact of information and communication technologies on the health and well-being of children. *Gigiena i sanitariya* 2017; 96(11): 1059–1063. (in Russ.)] DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1059-1063
20. Braune-Krickau K., Schneebeli L., Pehlke-Milde J., Gemperle M., Koch R., von Wyl A. Smartphones in the nursery: Parental smartphone use and parental sensitivity and responsiveness within parent–child interaction in early childhood (0–5 years): A scoping review. *Infant Mental Health J* 2021; 42(2): 161–175. DOI: 10.1002/imhj.21908
21. van den Heuvel M., Ma J., Borkhoff C.M., Koroshegyi C., Dai D.W.H., Parkin P.C. et al. Mobile media device use is associated with expressive language delay in 18-month-old children. *J Dev Behav Pediatr* 2019; 40(2): 99–104. DOI: 10.1097/DBP.0000000000000630
22. Rocha B., Nunes C. Benefits and damages of the use of touchscreen devices for the development and behavior of children under 5 years old—a systematic review. *Psicologia: Reflexao e Critica* 2020; 33(1): 24. DOI: 10.1186/s41155-020-00163-8
23. Strasburger V.C., Hogan M.J., Mulligan D.A., Ameenuddin N., Christakis D.A., Cross C. et al. American Academy of Pediatrics Children, adolescents, and the Media. *Pediatrics* 2013; 132(5): 958–961. DOI: 10.1542/peds.2013–2656
24. Society C.P., Covolo L., Zaniboni D., Roncali J., Mapelli V., Ceretti et al. Parents and Mobile Devices, from Theory to Practice: Comparison between Perception and Attitudes to 0–5 Year Old Children's Use. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 3440. DOI: 10.3390/ijerph18073440e

Поступила: 08.08.21

Received on: 2021.07.08

*Источник финансирования:*

*Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.*

*Конфликт интересов:*

*Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.*

*Source of financing*

*The work was carried out at the expense of a subsidy allocated within the framework of state support of the Kazan (Volga Region) Federal University in order to increase its competitiveness among the world's leading research and educational centers.*

*Conflict of interest:*

*The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest, which should be reported.*