

Функция планирования у детей, имеющих в анамнезе нейроонкологическое заболевание

Бурдукова Ю.А.,

кандидат психологических наук, доцент, ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия, julia_burd@inbox.ru

Алексеева О.С.,

научный сотрудник, Психологический институт Российской академии наук (ФГБНУ ПИ РАО), Москва, Россия, olga_alexeeva@mail.ru

Статья посвящена исследованию таких факторов нейроонкологического заболевания, как локализация опухоли и воздействие химио- и лучевой терапии на развитие исполнительской функции префронтального неокортекса. В исследовании приняли участие 58 детей, имеющих в анамнезе нейроонкологическое заболевание (опухоли мозжечка и опухоли в теменных и височных отделах коры) и проходивших лечение в Морозовской детской городской клинической больнице, а также 120 типично развивающихся детей. Функция планирования оценивалась с помощью Кембриджского теста планирования (Stockings of Cambridge) компьютерной батареи нейропсихологических тестов CANTAB (Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery). Было обнаружено, что у детей, имеющих в анамнезе опухоль мозжечка, возникает дефицит функции планирования, в отличие от детей, имеющих в анамнезе опухоль в теменно-височных отделах коры. Кроме того, выявлено, что при опухоли мозжечка на функцию планирования оказывает неблагоприятное влияние химио- и лучевая терапия.

Ключевые слова: дети с опухолями мозжечка, химио- и лучевая терапия, функция планирования.

Для цитаты:

Бурдукова Ю.А., Алексеева О.С. Функция планирования у детей, имеющих в анамнезе нейроонкологическое заболевание [Электронный ресурс] // Клиническая и специальная психология. 2016. Том 5. № 4. С. 50–60. doi: 10.17759/psyclin.2016050404

For citation:

Burdukova, Yu.A., Alekseeva, O.S. The Function of Planning in Children with a History of Neuro-Oncological Disease [Elektronnyi resurs]. Clinical Psychology and Special Education [Klinicheskaiia i spetsial'naia psikhologiiia], 2016, vol. 5, no. 4, pp. 50–60. doi: 10.17759/psycljn. 2016050404 (In Russ., abstr. in Engl.)

Введение

В последние десятилетия наблюдается огромный прогресс в детской медицине нейроонкологических заболеваний как в области нейрохирургии, так и в лекарственной терапии. В настоящее время мы можем оценивать не только эффективность онкологического лечения, но и отдаленные исходы комплексной реабилитации ребенка, имеющего в анамнезе опухоль головного мозга, оценить последствия перенесенного заболевания на психическое развитие в целом и на сформированность частных когнитивных функций.

Широко известен факт того, что применение химиолучевой терапии при лечении отрицательно влияет на когнитивное развитие [2; 7; 12]. Удивительно, но локализация опухоли в настоящий момент не рассматривается как фактор, существенно влияющий на когнитивное развитие [9; 15]. Иными словами, согласно современным данным, общий уровень интеллектуального развития снижается при наличии в анамнезе химио- и лучевой терапии безотносительно места поражения головного мозга.

С другой стороны, при исследовании исходов опухолей мозжечка описан когнитивно-аффективный синдром, проявляющийся в комплексном нарушении исполнительных функций, в частности, в снижении рабочей памяти, в дефиците пространственных функций, в нарушениях речи и в эмоционально-личностных расстройствах [17; 18]. Изначально синдром был описан на выборке взрослых людей. Однако более поздние исследования подтвердили наличие сходных с когнитивно-аффективным синдромом проявлений у детей, перенесших операцию по резекции опухоли мозжечка [7; 18].

Следует отметить, что опухоли мозжечка и других структур задней черепной ямки встречаются у детей наиболее часто и составляют 45–50% всех случаев внутричерепных новообразований [1; 11; 18], поэтому изучение влияния повреждений мозжечка на когнитивное развитие является крайне важной задачей для понимания последствий перенесенного нейроонкологического заболевания в детском возрасте.

За последнее десятилетие были накоплены многочисленные данные о когнитивных особенностях детей, страдающих злокачественными опухолями мозжечка и задней черепной ямки, однако они не позволяют получить четкой картины. С одной стороны, исследователи убедительно показывают, что поражение мозжечка и/или задней черепной ямки негативно сказывается на ряде когнитивных функций, таких как зрительно-пространственные способности, вербальные навыки, исполнительные функции лобных отделов коры (рабочая память, планирование), внимание [3; 11; 16; 17]. С другой стороны, существуют сведения о схожих последствиях ЦНС-направленной лучевой терапии (CNS-directed radiation therapy) и высокодозной химиотерапии, являющихся частью нейроонкологического лечения [6; 12]. Следует отметить, что нарушение исполнительных функций лобных отделов коры описывается практически в любом исследовании когнитивных функций детей, имеющих в анамнезе опухоль мозжечка.

Таким образом, представляется необходимым разделить влияние самой опухоли и влияние сопутствующего нейроонкологического лечения на исполнительные функции. Для анализа нами была выбрана функция планирования.

Эмпирическая база исследования

В экспериментальную **выборку** вошли 58 детей, имеющих в анамнезе нейроонкологическое заболевание и проходивших лечение в Морозовской детской городской клинической больнице (МДГКБ). Были сформированы две экспериментальные группы: в первую вошли дети с объемными образованиями (опухолями) в задней черепной ямке и в мозжечке, а во вторую – дети с объемными образованиями в теменных и височных отделах коры (табл. 1). Вторая группа была обследована нами для контроля фактора самого наличия опухоли. В обе группы вошли дети, получавшие лучевую и химиотерапию (далее – ЛХТ), и дети, не получавшие ее. Кроме того, в исследовании приняли участие 120 типично развивающихся детей, составивших контрольную группу. Значимых возрастных различий между группами не обнаружено ($p > 0,05$).

Таблица 1

Характеристики выборки

Характеристики	Локализация опухоли				Типично развивающиеся дети
	Мозжечок и задняя черепная ямка		Теменные и височные области коры		
	с ЛХТ	без ЛХТ	с ЛХТ	без ЛХТ	
Количество случаев	18	18	15	7	120
Возраст тестирования (в годах)	12,3±3,2	10,3±3,0	10,5±3,0	13,5±3,6	12,5±5,2
Возраст операции (в годах)	8,6±3,9	7,0±4,0	8,1±4,6	12,1±3,1	-

Методики. Для оценки функции планирования нами был использован Кембриджский тест планирования (Stockings of Cambridge). Эта проба входит в Компьютерную батарею нейропсихологических тестов CANTAB (Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery) и позволяет исследовать исполнительные функции (рабочую память и планирование). Проба является аналогом теста «Лондонская башня» [5]. В процессе тестирования испытуемым предлагается делать выбор, прикасаясь к чувствительному экрану компьютера (сенсорному дисплею). На экране демонстрируется 2 модели изображения (одна находится над другой). Каждая модель включает набор цветных шаров, расположенных определенным образом (авторы теста в описании используют сравнение демонстрируемых моделей с висящими на балке шарами в носках). Верхнее изображение является

образом. Перед испытуемым ставится следующая задача: в соответствии с образцом изменить за определенное количество ходов положение элементов (шаров) на нижней модели с помощью перестановки. Шары можно перемещать один за другим, прикасаясь к нужному шару и месту его перемещения. Задачу необходимо выполнить за определенное количество ходов.

В Кембриджском тесте планирования выделяется 3 уровня сложности в зависимости от количества ходов (задачи в 3, 4 и 5 ходов). Успешность ребенка в этом задании оценивается с помощью показателей количества задач, решенных за минимальное число ходов, и среднего количества ходов для каждого уровня сложности (3, 4 и 5 ходов).

Результаты исследования

Мы оценили зависимость успешности планирования от локализации и от получения/не получения химио- и лучевой терапии (ЛХТ). В Кембриджском тесте оценки функции планирования (количество задач, решенных за минимальное число ходов и среднее количество ходов для каждого уровня сложности) не стандартизированы с учетом возраста, поэтому в нашем исследовании возрастной фактор не учитывался.

Влияние локализации опухоли на сохранность функции планирования

Дисперсионный анализ обнаружил, что локализация опухоли (опухоль мозжечка и задней черепной ямки и опухоль, локализованная в теменных и височных отделах коры) является значимым фактором ($F(2, 178)=9,3$; $p=0,027$), определяющим сохранность функции планирования у детей. Показатели успешности планирования в группе детей, имеющих в анамнезе опухоль мозжечка и задней черепной ямки, значимо отличались от таковых в группе типично развивающихся детей ($F(1, 178)=17,5$; $p=0,000$). В свою очередь, аналогичные показатели у детей, перенесших операцию по резекции опухоли корковых отделов, и у типично развивающихся детей между собой значимо не различались ($p>0,05$).

Для оценки влияния уровня сложности задания на эффективность его выполнения у групп детей, имеющих различную локализацию опухолей, нами был проведен анализ показателей выполнения Кембриджского теста планирования, в котором оценивалась успешность выполнения заданий разных уровней сложности (задачи в 3, 4 и 5 ходов) у детей, имеющих в анамнезе опухоль мозжечка и задней черепной ямки, у детей с опухолью в теменно-височных отделах коры и у типично развивающихся детей. Дисперсионный анализ показал значимое влияние локализации опухоли на эффективность выполнения заданий разных уровней сложности ($F(2, 176)=7,7$; $p=0,001$). Детям с опухолями в области мозжечка и задней черепной ямки требовалось большее количество ходов для решения задач, чем их типично развивающимся сверстникам ($F(1, 197)=15,7$; $p=0,001$) и чем детям с опухолями в теменно-височных областях коры ($F(1, 197)=4,1$, $p=0,05$). Значимые различия были обнаружены при анализе выполнения детьми заданий в 4 ($F(1, 176)=12,8$; $p=0,001$) и 5 ходов ($F(1, 176)=5,8$; $p=0,02$), но не в 3 хода ($p>0,05$).

Интересно, что группа детей с поражениями теменно-височных отделов коры справлялась с заданиями любой сложности так же, как и их типично развивающиеся сверстники.

Таким образом, мы обнаружили, что наличие опухоли в областях мозжечка и задней черепной ямки является фактором, ухудшающим функцию планирования у детей с нейроонкологическими заболеваниями, в то время как наличие опухоли в корковых отделах мозга не оказывает подобного воздействия на функцию планирования.

Влияние химио- и лучевой терапии с учетом локализации опухоли на сохранность функции планирования

Для понимания особенностей развития функции планирования у детей с нейроонкологическими заболеваниями мы оценили влияние химио- и лучевой терапии на выполнение Кембриджского теста планирования. В большинстве исследований химио- и лучевая терапия часто упоминается как основной фактор, негативно влияющий на общее когнитивное развитие и на отдельные когнитивные функции, в то время как изучение влияния локализации опухоли на структуру поражения когнитивной сферы у детей с нейроонкологическими заболеваниями, как ни странно, игнорируется. В нашем исследовании было обнаружено, что локализация опухоли имеет принципиальное значение для сохранности функции планирования. Полученный факт значим для выяснения вопроса о том, является ли химио- и лучевая терапия дополнительным фактором, препятствующим развитию функции планирования у детей, имеющих в анамнезе нейроонкологическое заболевание.

Итак, мы обнаружили, что сравниваемые группы детей (без учета локализации и проходивших ЛХТ и не проходивших ЛХТ) различаются по показателю количества задач, решенных за минимальное число ходов ($F(1, 33)=7,4; p=0,01$): в группе детей, проходивших ЛХТ (без учета локализации), функция планирования развита слабее, чем у детей, не проходивших ЛХТ. Более того, результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о том, что взаимодействие факторов локализации опухоли и лечения значимо влияют на функцию планирования ($F(2, 53)=6,6; p=0,01$). Результаты дисперсионного анализа показали, что дети с опухолями в области мозжечка и задней черепной ямки, проходившие химио- и лучевую терапию, значимо хуже справляются с задачей планирования, чем дети с такой же локализацией поражения, не проходившие лечение ($F(1, 53)=11,0; p=0,002$), и дети с корковыми опухолями, подвергавшиеся ЛХТ ($F(1, 53)=9,0; p=0,004$). Химио- и лучевая терапия не оказывает повреждающего воздействия на функцию планирования у детей с опухолями в теменно-височных отделах коры ($p>0,05$).

Таким образом, функция планирования подвержена негативному влиянию химиолучевой терапии. Это утверждение справедливо для детей с поражением мозжечка и задней черепной ямки. При этом опухоль в теменно-височных отделах коры не приводит к снижению эффективности функции планирования.

Обсуждение результатов исследования

Исходя из вышеприведенных результатов исследования, можно заключить, что для возникновения дефицита функции планирования необходимо сочетание двух факторов: опухоли мозжечка и задней ямки и влияния химио- и лучевой терапии.

В последние годы активно разрабатывалась проблема взаимосвязи мозжечка и префронтальных отделов [6]. Одним из наиболее важных открытий в рамках анатомических, физиологических, нейровизуализационных и клинических исследований стало выявление роли мозжечка в реализации когнитивных процессов, в том числе исполнительных функций [4; 8]. При выполнении многих задач, задействующих префронтальные отделы мозга, отмечается активация мозжечка. Кроме того, исследователи отмечают, что люди с повреждением мозжечка испытывают трудности при выполнении задач, требующих участия префронтальных отделов головного мозга, например: тестов, оценивающих функцию планирования, задач со сменой инструкции, а также тестов, направленных на оценку рабочей памяти [8; 16; 17]. По мнению ряда авторов, мозжечковая функция контроля когнитивных процессов заключается в подготовке большого мозга к получению информации, ее обработке и усвоению, что имеет ключевое значение для процесса обучения [4]. Эта точка зрения согласуется с выводами М.И. Познера и М.Е. Рейчел, согласно которым активация мозжечка, визуализируемая при помощи позитронно-эмиссионной томографии в процессе выполнения нового задания, снижается по мере того, как испытуемый «выучивает» задание и начинает выполнять его автоматически [14]. Было показано, что активация мозжечка и префронтального неокортекса происходит при выполнении новых для испытуемого заданий или тех, которые требуют высокой концентрации внимания, а также при выполнении задач со сменой правил (например, задач из Висконсинского теста сортировки карточек) [8].

В нашем исследовании дефицит функции планирования отмечался у детей, которые имели в анамнезе не только опухоль мозжечка, но и подвергались воздействию химио- и лучевой терапии. Сходные данные были получены во французском исследовании, где высокая злокачественность опухоли и, следовательно, неизбежная лучевая терапия указывались как факторы, снижающие функцию планирования у детей с опухолями задней черепной ямки [10]. Так почему сопутствующее лечение негативно влияет на когнитивные функции только при условии определенной локализации? Одним из объяснений является эффект ЦНС-направленной лучевой терапии именно на структуры мозжечка. Так, Т.Е. Мерчант с соавторами указывают на то, что у детей с опухолями мозжечка, подвергавшихся лучевой терапии, степень снижения общего уровня интеллекта зависит от того, какая именно область мозжечка подверглась облучению, а также от степени интенсивности облучения [13].

Возможно, вследствие опухоли мозжечка могли быть повреждены (сдавлены) волокнаocereбелло-таламокортикального пути, связывающего мозжечок с префронтальным неокортексом. В связи с нарушением связи между этими отделами головного мозга, участвующими в реализации исполнительных функций, может

наблюдаться дефицит функции планирования. Это предположение нуждается в тщательной верификации, но если оно подтвердится, то это в значительной степени может обогатить знания о роли участия мозжечка в обеспечении исполнительных функций.

Таким образом, ключевой вывод нашего исследования заключается в том, что применение химио- и лучевой терапии оказывает повреждающее влияние на эффективность функции планирования у детей с опухолями мозжечка и задней черепной ямки, но не с опухолями теменных и височных отделов коры.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-08680.

Благодарности

Авторы благодарят за помощь в сборе данных для исследования нейропсихолога Е.Ю. Власову и невролога Е.В. Андрееву.

Литература

1. *Бадалян Л.О.* Детская неврология. М.: Медпресс, 2010. 608 с.
2. *Бурдукова Ю.А., Власова Е.Ю., Гнитеева Л.Н., Андреева Е.В., Попов В.Е.* Влияние химио- и лучевой терапии на когнитивное развитие у детей с опухолями различной локализации [Электронный ресурс] // Психологические исследования psystudy.ru. 2015. Т. 8. № 41. С. 3. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2015v8n41/1135-burdukova41.html> (дата обращения: 15.11.2016)
3. *Воронин Н.А., Бурдукова Ю.А., Гнитеева Л.Н., Андреева Е.В., Попов В.Е., Строганова Т.А.* Когнитивное развитие детей с опухолями головного мозга // Вопросы психологии. 2013. № 6. С. 24–37.
4. *Корсакова Н.К., Калашникова Л.А., Зуева Ю.В., Пугачева О.В.* Нарушение высших психических функций при инфарктах мозжечка // Сборник тезисов VIII Всероссийского съезда неврологов (Казань, 21–25 мая 2001 г.). Казань, 2001. С. 237–238.
5. *Новикова С.И., Строганова Т.А.* Планирование действий у детей 5–6 лет: Возрастные и индивидуальные различия в выполнении теста «Лондонская башня» // Вопросы психологии. 2006. № 4. С. 36–46.
6. *Aarsen F.K., Van Dongen H.R., Paquier P.F., Van Mourik M., Catsman-Berrevoets C.E.* Long-term sequelae in children after cerebellar astrocytoma surgery // Neurology. 2004. Vol. 62. №. 8. pp. 1311–1316. doi: 10.1212/01.WNL.0000120549.77188.36.

7. *Bull K.S., Kennedy C.R.* Neurocognitive effects of CNS tumors // Handbook Clinical Neurology. 2013. Vol. 112. pp. 967–972. doi: 10.1016/B978-0-444-52910-7.00017-9.
8. *Diamond A.* Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex // Child Development. 2000. Vol. 71. № 1. pp. 44–56.
9. *Duffner P.K.* Risk factors for cognitive decline in children treated for brain tumors // European Journal of Pediatric Neurology. 2010. Vol. 14. № 2. pp. 106–111. doi: 10.1016/j.ejpn.2009.10.005.
10. *Koustenis E., Driever P.H., de Sonnevile L., Rueckriegel S.M.* Executive function deficits in pediatric cerebellar tumor survivors // European Journal of Pediatric Neurology. 2015. Vol. 20. № 1. pp. 25–37. DOI: 10.1016/j.ejpn.2015.11.001
11. *Levisohn L., Cronin-Golomb A., Schmahmann J.D.* Neuropsychological consequences of cerebellar tumour resection in children: cerebellar cognitive affective syndrome in a pediatric population // Brain. 2000. Vol. 123. pp. 1041–1050.
12. *Lockwood K.A., Bell T.S., Colegrove R.W.* Long-term effects of cranial radiation therapy on attention functioning in survivors of childhood leukemia // Journal of Pediatric Psychology. 1999. Vol. 24. № 1. pp. 55–65.
13. *Merchant T.E., Sharma S., Xiong X.P., Wu S.J., Conklin H.* Effect of cerebellum radiation dosimetry on cognitive outcomes in children with in fratentorial ependymoma // International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 2013. Vol. 90. № 3. pp. 547–553. doi: 10.1016/j.ijrobp.2014.06.043
14. *Posner M.I., Raichle M.E.* Images of mind. New York: Scientific American Library, 1994.
15. *Reimers T.S., Ehrenfels S., Mortensen E.L., Schmiegelow M.* Cognitive deficits in long-term survivors of childhood brain tumors: identification of predictive factors // Medical Pediatric Oncology. 2003. Vol. 40. № 1. pp. 326–342. doi: 10.1002/mpo.10211
16. *Riva D., Giorgi C.* The cerebellum contributes to higher functions during development: evidence from a series of children surgically treated for posterior fossa tumours // Brain. 2000. Vol. 123. pp. 1051–1061.
17. *Schmahmann J.D.* Disorders of the cerebellum: ataxia, dysmetria of thought, and the cerebellar cognitive affective syndrome // Journal of Neuropsychiatry Clinical Neuroscience. 2004. Vol. 16. pp. 367–378. DOI: 10.1176/jnp.16.3.367
18. *Schmahmann J.D., Sherman J.C.* The cerebellar cognitive affective syndrome // Brain. 1998. Vol. 121. pp. 561–579.

The Function of Planning in Children with a History of Neuro-Oncological Disease

Burdukova, Yu.A.,

PhD. (Psychology), Lecturer, Department of Differential Psychology and Psychophysiology, Faculty of Clinical and Special Psychology, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia, julia_burd@inbox.ru

Alekseeva, O.S.,

Research fellow, Laboratory of Differential Psychology and Psychophysiology, Psychological Institutio of Russian Academy of Education, Moscow, Russia, olga_alexeeva@mail.ru

The aim of the study was to estimate the influence of radio- and chemotherapy and tumor's localization on executive functions of the prefrontal cortex. Research involved 58 children with neuro-oncological disease in anamnesis (cerebellum localization and temporal – parietal lobes localization) treated in the Morozov Children's Clinical Hospital. Also research involved 120 typically developing children. Planning was assessed using the Cambridge planning test (Stockings of Cambridge) computer battery of neuropsychological tests CANTAB (Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery). Additionally, it is revealed that there is an adverse effect of chemotherapy and radiotherapy on executive functions in tumor of the cerebellum.

Keywords: children with brain tumor, chemotherapy and radiotherapy, planning, executive functions.

Funding

This work was supported by grant RFBR № 15-06-08680.

Acknowledgements

The authors thank neuropsychologist E.Yu. Vlasova and neurologist E.V. Andreeva for help in gathering data.

References

1. Badalyan L.O. Detskaya nevrologiya [Pediatric neurology] Moscow: Publ. Medpress, 2010. 608 p.
2. Burdukova Yu.A., Vlasova E.Yu., Gniteeva L.N., Andreeva E.V., Popov V.E. Vliyanie khimio- i luchevoi terapii na kognitivnoe razvitie u detei s opukholyami razlichnoi

lokalizatsii [Influence of radio- and chemotherapy on cognitive development of children with brain tumor]. *Psikhologicheskie Issledovaniya psystudy.ru [Psychological Studies psystudy.ru]*, 2015, vol. 8, no. 41, pp. 3. Available at: <http://psystudy.ru/index.php/num/2015v8n41/1135-burdukova41.html> (Accessed 15.11.2016) (In Russ., abstr. in Engl.)

3. Voronin N.A., Burdukova Yu.A., Gniteeva L.N., Andreeva E.V., Popov V.E., Stroganova T.A. Kognitivnoe razvitie detei s opukholyami golovnogo mozga [Cognitive development in children with brain tumors]. *Voprosy Psikhologii [The Issues Relevant to Psychology]*, 2013, no. 6, pp. 24–37. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. Korsakova N.K., Kalashnikova L.A., Zueva Yu.V., Pugacheva O.V. Narushenie vysshikh psikhicheskikh funktsii pri infarktakh mozzhechka [Disorders of higher mental functions in the cerebellar infarcts]. *Sbornik tezisov VIII Vserossiiskogo s"ezda nevrologov (Kazan, 21-25 maya 2001 g.) [Proceedings of the 8th All-Russian Neurology Congress]*. Kazan, 2001, pp. 237–238.

5. Novikova S.I., Stroganova T.A. Planirovanie deistvii u detei 5–6 let: Vozrastnye i individual'nye razlichiya v vypolnenii testa «Londonskaya bashnya» [Action planning by 5-6-year-olds: Age-specific and individual differences in "The Tower of London" task]. *Voprosy Psikhologii [The Issues Relevant to Psychology]*, 2006, no. 4, pp. 36–46. (In Russ., abstr. in Engl.)

6. Aarsen F.K., Van Dongen H.R., Paquier P.F., Van Mourik M., Catsman-Berrevoets C.E. Long-term sequelae in children after cerebellar astrocytoma surgery. *Neurology*, 2004, vol. 62, no. 8, pp. 1311–1316. doi: 10.1212/01.WNL.0000120549.77188.36

7. Bull K.S., Kennedy C.R. Neurocognitive effects of CNS tumors. *Handbook Clinical Neurology*, 2013, vol. 112, pp. 967–972. doi: 10.1016/B978-0-444-52910-7.00017-9. doi: 10.1016/B978-0-444-52910-7.00017-9.

8. Diamond A. Close Interrelation of Motor Development and Cognitive Development and of the Cerebellum and Prefrontal Cortex. *Child Development*, 2000, vol. 71, no. 1, pp. 44–56.

9. Duffner P.K. Risk factors for cognitive decline in children treated for brain tumors. *European Journal Pediatric Neurology*, 2010, vol. 14, no. 2, pp. 106–111. doi: 10.1016/j.ejpn.2009.10.005

10. Koustenis E., Driever P.H., de Sonnevile L., Rueckriegel S.M. Executive function deficits in pediatric cerebellar tumor survivors. *European Journal of Pediatric Neurology*, 2015, vol. 20, no. 1, pp. 25–37. doi: 10.1016/j.ejpn.2015.11.001

11. Levisohn L., Cronin-Golomb A., Schmahmann J.D. Neuropsychological consequences of cerebellar tumour resection in children: cerebellar cognitive affective syndrome in a pediatric population. *Brain*, 2000, vol. 123, Pt 5, pp. 1041–1050.

12. Lockwood K.A., Bell T.S., Colegrove R.W.Jr. Long-term effects of cranial radiation therapy on attention functioning in survivors of childhood leukemia. *Journal of Pediatric Psychology*, 1999, vol. 24, no. 1, pp. 55–65.
13. Merchant T.E., Sharma S., Xiong X.P., Wu S.J., Conklin H. Effect of cerebellum radiation dosimetry on cognitive outcomes in children with infratentorial ependymoma. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 2013, vol. 90, no. 3, pp. 547–553. doi: 10.1016/j.ijrobp.2014.06.043
14. Posner M.I., Raichle M.E. Images of mind. New York: Scientific American Library, 1994.
15. Reimers T.S., Ehrenfels S., Mortensen E.L., Schmiegelow M. Cognitive Deficits in Long-Term Survivors of Childhood Brain Tumors: Identification of Predictive Factors. *Medical Pediatric Oncology*, 2003, vol. 40, no. 1, pp. 326–342. doi: 10.1002/mpo.10211
16. Riva D., Giorgi C. The cerebellum contributes to higher functions during development: evidence from a series of children surgically treated for posterior fossa tumours. *Brain*, 2000, vol. 123, pp. 1051–1061.
17. Schmahmann J.D. Disorders of the cerebellum: ataxia, dysmetria of thought, and the cerebellar cognitive affective syndrome. *Journal of Neuropsychiatry Clinical Neuroscience*, 2004, vol. 16, pp. 367–378. doi: 10.1176/jnp.16.3.367.
18. Schmahmann J.D., Sherman J.C. The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain*, 1998, vol. 121, pp. 561–579.