



УДК 159.9.072:616.831-006

DOI: 10.21702/rpj.2017.3.8

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ КОРРЕКЦИИ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ ТЕРАПИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

**Алена С. Пчелинцева, Роман Б. Мирошкин*, Елена В. Фисун,
Елена В. Жуковская, Александр Ф. Карелин**

Национальный медицинский исследовательский центр детской
гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева МЗ РФ,
г. Москва, Российская Федерация

* E-mail: mir-r-b@mail.ru

Введение. Авторы статьи приводят данные литературы о развитии пациентов, получающих лечение по поводу злокачественных новообразований (ЗН). Нейротоксичность противоопухолевой терапии приводит к нарушениям, как в моторной, так и в когнитивной сферах, которые затрагивают в том числе процессы памяти и концентрации внимания. Основной целью исследования является апробация и оценка эффективности инновационных методик коррекции когнитивных нарушений с использованием тренажера Cognisens NeuroTracker.

Материалы и методы. Рассматриваются методики психологического тестирования нарушений, принцип действия тренажеров, варианты тренировочных режимов; клинические характеристики обследуемой группы пациентов. В пилотное исследование были включены 40 пациентов с опухолями ЦНС 6–18 лет, которые проходили лечение в реабилитационном научном центре «Русское поле» «Национального научно-клинического центра детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России в 2016 г.

Результаты. Обобщаются полученные данные психологического тестирования, специфика когнитивных нарушений, апробация использования когнитивных тренажеров в нейрореабилитации. Исходный статус пациентов определялся по результатам комплексной клинико-психологической диагностики, которая была направлена на оценку когнитивной и моторной сфер. В описываемом исследовании проводилась оценка валидности и результативности использования нейрокогнитивного тренажера Cognisens NeuroTracker у пациентов с ЗН. По окончании тренировочного периода из 6 занятий отмечено улучшение параметров мысленного манипулирования зрительно-пространственными образами, решения задач пространственной



ориентации подвижных объектов, прогнозирования и экстраполяции. Их эффективность подтверждается результатами тренировок памяти и концентрации внимания с использованием аппарата Cognisens NeuroTracker, которые позволяют улучшить результативность и успешность испытуемых в отмеченных видах активности.

Заключение. Полученные данные позволяют авторам сделать вывод об успешной апробации нового высокотехнологичного оборудования когнитивного тренажера Cognisens NeuroTracker и перспективности этого нового направления в реабилитации пациентов, излеченных от ЗН.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, нейротоксичность, дети, когнитивные нарушения, психологический статус, психологическое тестирование, когнитивные тренажеры, Cognisens NeuroTracker, реабилитация

Основные положения:

► психологическое тестирование пациентов реабилитационного центра ЛРНЦ «Русское поле» с помощью теста «Прогрессивные матрицы Равена», батареи когнитивных автоматизированных компьютерных тестов САНТАВ на зрительно-моторную координацию показывает дефицитарность или незрелость психомоторных функций, а также снижение показателей в когнитивной сфере;

► эффективная реабилитация пациентов ЗН, имеющих когнитивную недостаточность вследствие токсического воздействия противоопухолевой терапии, предполагает использование инновационных методик психологического тестирования, специализированных аппаратных комплексов;

► в ходе апробации новых коррекционных методик подтверждена возможность включения когнитивного тренажера Cognisens NeuroTracker в программу реабилитации детей школьного возраста и подростков с опухольями ЦНС.

Для цитирования: Пчелинцева А. С., Мирошкин Р. Б., Фисун Е. В., Жуковская Е. В., Карелин А. Ф. Применение тренажеров коррекции когнитивных нарушений у детей и подростков после завершения противоопухолевой терапии злокачественных новообразований центральной нервной системы // Российский психологический журнал. – 2017. – Т. 14, № 3. – С. 153–168.

Материалы статьи получены 17.01.2017



UDC 159.9.072:616.831-006

DOI: 10.21702/rpj.2017.3.8

TRAINING SYSTEMS FOR CORRECTION OF COGNITIVE IMPAIRMENTS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS AFTER ANTINEOPLASTIC THERAPY FOR MALIGNANT NEOPLASMS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM

**Alena S. Pchelintseva, Roman B. Miroshkin*, Elena V. Fisun,
Elena V. Zhukovskaya, Alexandr F. Karelin**

Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology, and Immunology, Ministry of Health, Moscow, Russian Federation

** Correspondence author. E-mail: mir-r-b@mail.ru*

Introduction. *Previous research has documented the development of patients treated for malignant neoplasms (MN). Neurotoxicity of antineoplastic therapy leads to motor and cognitive impairments which affect memory and concentration. The present study attempts to test and evaluate the effectiveness of innovative methods of the correction of cognitive impairments using the Cognisens NeuroTracker training system.*

Materials and Methods. *The study reviews (a) the methods of psychological testing of impairments, (b) the operating principle of training systems, (c) the options of training modes, and (d) clinical characteristics of the examined groups of patients. The pilot study involved 40 patients with the central nervous system (CNS) tumors at the age of 6–18 years. All the patients were treated in the Russkoe Pole (Russian Field) Rehabilitation Research Center of Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology, and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation in 2016.*

Results. *The study summarized the data obtained in psychological testing, the specificity of cognitive impairments, and the test of cognitive training systems in neurorehabilitation. The results of the complex clinical psychological diagnostics assessing cognitive and motor spheres determined the original status of patients. The present study assessed the validity and effectiveness of Cognisens NeuroTracker neurocognitive training system among patients with MN. The parameters of mental manipulation of visual and spatial images, solving problems of spatial orientation of moving objects, prediction and extrapolation have improved by the end of the training period consisted of 6 sessions. The results of memory and concentration training by the Cognisens NeuroTracker confirmed their effectiveness. These trainings improved the respondents' effectiveness and success in these types of activity.*



Conclusion. *The Cognisens NeuroTracker new cognitive training system was successfully approved. This new direction is perspective in the rehabilitation of patients treated for MN.*

Keywords: *malignant neoplasms, neurotoxicity, children, cognitive disorders, psychological status, psychological testing, cognitive training systems, Cognisens NeuroTracker, rehabilitation*

Highlights

► *Psychological testing of patients of the Russkoe Pole (Russian Field) Rehabilitation Center by means of Raven's Progressive Matrices, the CANTAB battery of cognitive automated computer tests of visual-motor coordination showed deficits or immaturity of psychomotor functions and decrease in indicators of cognitive sphere.*

► *The effective rehabilitation of patients with MN with cognitive failure due to toxic effects of antineoplastic therapy involves innovative techniques of psychological testing, and specialized hardware-based systems.*

► *The test of new correctional techniques confirmed the possibility of including the Cognisens NeuroTracker cognitive training system in the program of rehabilitation of school-age children and adolescents with tumors of the central nervous system.*

For citation: Pchelintseva A. S., Miroshkin R. B., Fisun E. V., Zhukovskaya E. V., Karelin A. F. Training systems for correction of cognitive impairments in children and adolescents after antineoplastic therapy for malignant neoplasms of the central nervous system. *Rossiiskii psikhologicheskii zhurnal – Russian Psychological Journal*, 2017, V. 14, no. 3, pp. 153–168 (in Russian).

Original manuscript received 17.01.2017

Введение

До 80% излеченных от злокачественных новообразований пациентов являются инвалидами детства или становятся ими во взрослом возрасте, т. к. одной из нерешенных в настоящее время проблем остается возникновение в процессе или после окончания лечения опухолей ЦНС перманентных и поздних осложнений терапии [1, 2, 3, 4].

Успехи в лечении опухолей головного мозга определяют необходимость поиска новых реабилитационных методик [5, 6]. На сегодняшний день в зоне особого внимания оказываются состояние и динамика когнитивных функций, а также их коррекция [7, 8]. Актуальность использования инновационных методов реабилитации пациентов с новообразованиями ЦНС обоснована



неудовлетворительными результатами традиционных схем, т. к. большинство из них реализовалось преимущественно в области коррекции двигательных нарушений [9].

Сегодня существуют позитивные прогнозы, связанные с возможностью коррекции нарушений функций программирования и контроля, в том числе функций внимания и рабочей памяти. В качестве тестовой методики, ориентированной на улучшение функций памяти, концентрации внимания, использован тренажер Cognisens NeuroTracker, созданный группой разработчиков во главе с канадским нейрофизиологом, профессором Монреальского университета Джоселином Фабертом [10]. Для обоснования релевантности применения описываемой технологии важна комплексная оценка нейропсихологических и когнитивных показателей параллельно с оценками результативности и вовлеченности пациента в процесс выполнения предлагаемого задания [11, 12].

Целью исследования, описанного в работе, является апробация новых методов нейроонкологической реабилитации на примере использования тренажера Cognisens NeuroTracker.

Материалы и методы

Пациенты

В пилотное исследование были включены 40 пациентов с опухолями ЦНС, которые получали лечение в реабилитационном научном центре «Русское поле» «Национального научно-клинического центра детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России в 2016 г.

Определенная сложность постановки задачи потребовала ограничить минимальный возраст пациентов 6 годами. Как показали опыт и литературные данные, грубые моторные расстройства также ограничивали возможность выполнения тестов [13, 14].

Помимо тренажера Cognisens NeuroTracker, пациенты получали полный спектр коррекционных и поддерживающих процедур, включая терренкур и посещение бассейна, а также проходили регулярные занятия с клиническими психологами.

Описание принципов действия когнитивного тренажера

NeuroTracker использует визуальную систему, работа в которой позволяет стимулировать активность областей мозга, функционально связанных с реализацией процессов памяти и концентрации внимания.

Когнитивный тренажер Cognisens NeuroTracker обучает навыкам отслеживания и запоминания объектов, предъявляемых на большом 3D-дисплее, путем расширения пространственного восприятия и периферического



зрения. Общий вид устройства – экран с большой диагональю и возможностью воспроизведения 3D-изображений, компьютер с подключением через HDMI-кабель, программное обеспечение, мышь, клавиатура, 3D-очки (рисунок 1). Каждая сессия длится около 10 минут. Некоторые режимы позволяют пользователю включать дополнительные интерферирующие задачи, повышающие сложность выполнения основного задания.

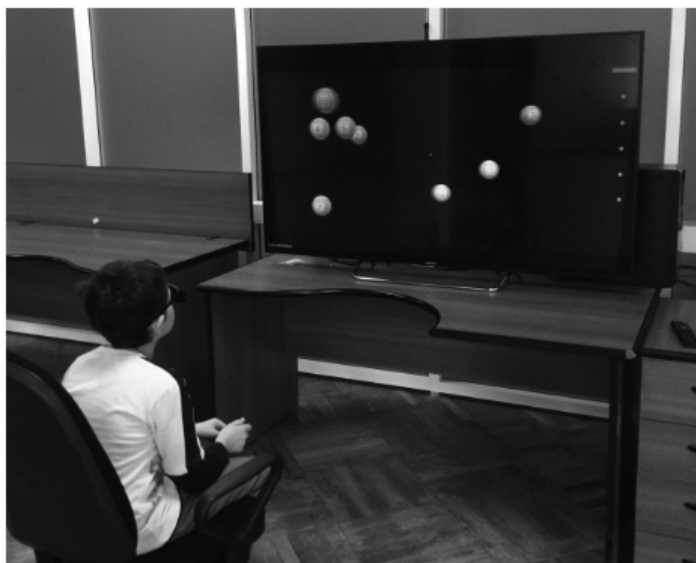


Рисунок 1. Пациент находится в процессе занятий на когнитивном тренажере Cognisens NeuroTracker, оперируя стимулами в 3D-пространстве, прослеживая движение 3 шаров из 8

Figure 1. The patient fulfills the tasks in Cognisens NeuroTracker cognitive training system, operating the stimuli in 3D space, tracing the movement of 3 of 8 balls

Тренажер NeuroTracker основан на многолетних исследованиях и успешно применяется как в области спортивной психологии, так и для тренировки профессионалов военных специальностей, а также в зарубежных клиниках [15, 16, 17]. Выбор начального уровня сложности, степени интенсивности и усложнения предлагаемых заданий оказывается важным при работе с пациентами, у которых когнитивные навыки снижены относительно нормы, и им оказывается сложнее как освоить простые уровни предлагаемых заданий, так и развить навыки до более высокого уровня. Поэтому из соображений упрощения задания количество объектов, которые пациент должен удерживать



в поле своего внимания и в рабочей памяти, чтобы правильно их назвать впоследствии, было уменьшено с 4 до 3.

При достижении успеха задания усложняются. Для оценки качества выполнения заданий используется коэффициент качества функций внимания и памяти, выражающий в количественном значении интегральную характеристику, в первую очередь, особенностей функционирования динамического внимания. Регулярные тренировки значительно улучшают пространственные навыки слежения, способности точно запоминать и идентифицировать релевантные объекты (те шары, которые требуется запомнить), а также выполнять задание на повышенной скорости и в условиях задачи запоминания большего количества стимулов [18, 19].

Описательная статистика

Для анализа внутригрупповых особенностей у пациентов, проходящих исследование, была использована описательная статистика в трех выбранных возрастных категориях, а также использовано разделение по гендерному признаку.

Результаты

Результаты диагностических психологических тестов

Клинико-психологическая диагностика была направлена на оценку когнитивной и моторной сфер [20, 21, 22, 23]:

1. Оценка уровня интеллектуального развития детей с диагнозом «медуллобластома» проводилась с помощью теста «**Прогрессивные матрицы Равена**».

Полученные результаты:

- 10 (24%) детей имеют показатели, соответствующие нормальному уровню умственного развития;
- 26 (67%) детей имеют показатели, свидетельствующие о задержке психического развития;
- 4 (9%) детей имеют показатели, соответствующие уровню умственной отсталости.

Таким образом, в большинстве случаев имеются нарушения интеллектуального развития.

2. Проведенный **тест визуально-моторной интеграции** показал нарушения у 20 (50%) пациентов. Показатели визуальной перцепции снижены у 24 (60%) пациентов. Нарушения моторной координации – у 17 (45%) пациентов.

3. Это подтверждается данными заданий батареи когнитивных автоматизированных компьютерных тестов **CANTAB** на зрительно-моторную координацию – из протестированной группы пациентов с диагнозом «медуллобластома» 18 (48%) продемонстрировали нарушения в данной сфере [24, 25], а также:

- оценка возможности понимания, обучения и переключения показала нарушения у 9 (22%) детей;



- нарушения распознавательной зрительной памяти обнаружены у 7 (17%) пациентов. Причем сложности отсроченного запоминания отмечаются у 4 (11%) пациентов;
- оценка объема рабочей памяти показала низкие результаты у 16 (39%) пациентов;
- нарушения рабочей памяти отмечены у 9 (22%) пациентов; способностей к планированию – у 10 (24%).

Результаты диагностики группы детей с опухолями ЦНС показывают дефицитарность или незрелость психомоторных функций, когнитивной сферы. В частности, отмечаются трудности систематизированного мышления, интеллектуальной деятельности, нарушения зрительной и рабочей памяти, визуально-моторной интеграции и зрительно-моторной координации.

Субъективная оценка применимости метода

Большинство пациентов отмечало, что взаимодействие с тренажером приносит удовольствие и субъективно не ощущается как утомляющее. Часть пациентов отметила высокую вовлеченность в процессе работы и формирование мотивации к достижению высоких результатов. Несколько пациентов оценивали тренировку на Cognisens NeuroTracker как «скучную». Ни у одного из пациентов не наблюдалось субъективно негативных переживаний и ощущений, связанных с работой на данном когнитивном тренажере. Часть пациентов отслеживала динамику самочувствия и отмечала, что в процессе тренировок улучшаются способности к зрительному поиску, концентрации внимания и способности запоминать и удерживать в поле внимания детали динамически изменяющегося изображения.

Сравнение показателей Cognisens у мальчиков и девочек

Была посчитана статистика для динамики оценки результатов выполнения задания в процессе всего периода занятий на тренажере. Чтобы оценить влияние фактора пола ребенка на степень выполнения задания, группа пациентов была разделена на две подгруппы по гендерному признаку. Результаты сравнения представлены на рисунке 2.

Балл Score вычисляется на основе показателей скорости и точности выполнения задания. По горизонтальной оси отложены номера занятий на тренажере в процессе реабилитации. Различий по гендерному признаку не выявлено ($p < 0.38$). В обеих подгруппах метод линейной аппроксимации выявил достоверное возрастание тренда: в группе девочек $\beta = 0.11$, $p < 0.005$, $t = 7.6$ ($F = 38.9 < F_{kp} = 161$ – отсутствие гетероскедастичности); в группе мальчиков $\beta = 0.11$, $p < 0.005$, $t = 7.6$ ($F = 57.3 < F_{kp} = 143$ – отсутствие гетероскедастичности).

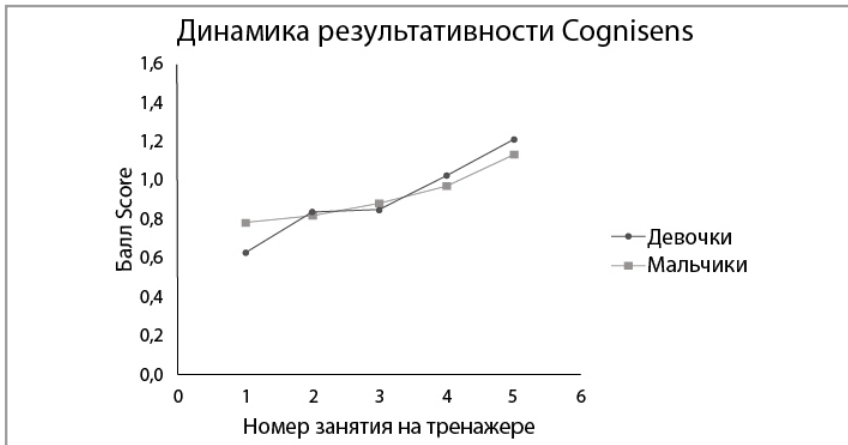


Рисунок 2. Динамика успешности выполнения задания на когнитивном тренажере Cognisens NeuroTracker отдельно у мальчиков и девочек, входящих в общую группу

Figure 2. Dynamics of task success in the Cognisens NeuroTracker cognitive training system among boys and girls entering the same group

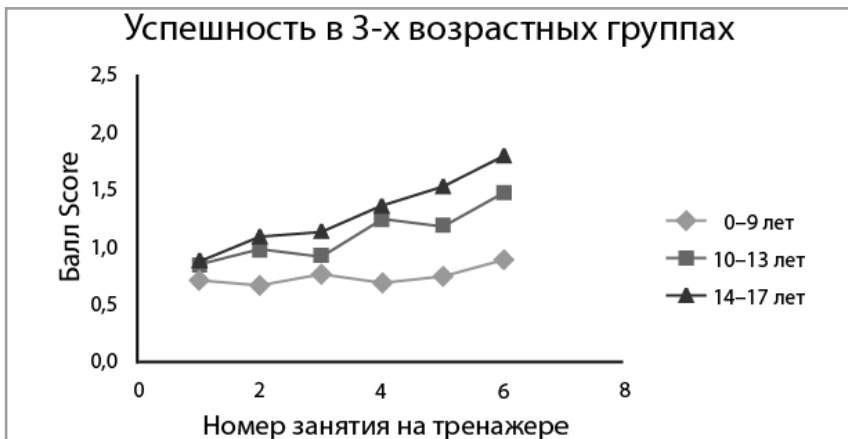


Рисунок 3. Динамика результативности занятий на тренажере Cognisens NeuroTracker в трех возрастных группах

Figure 3. Dynamics of task performance in the Cognisens NeuroTracker cognitive training system in three age groups



В трех возрастных группах была проведена оценка успешности освоения метода и результатов прохождения теста на тренажере (рисунок 3).

Несмотря на недостоверность различий, наблюдается тенденция различия в успешности в зависимости от возраста, хорошо согласующаяся с литературой. Известно, что подростки обладают более развитыми когнитивными функциями, которые позволяют им задавать с самого начала более высокий уровень успешности и наращивать его эффективно от начального значения [26, 27]. Отсутствие достоверности ($p < 0.085$) связано, скорее всего, с вариабельностью поздних эффектов терапии, нивелирующей возрастную закономерности, но позволяет анализировать общую динамику всей группы в целом.

Анализ полученных в исследовании результатов

В качестве итоговой оценки проведенных занятий была построена кривая результативности занятий на тренажере Cognisens (рисунок 4).

Повышение показателя было оценено статистически, тренд демонстрирует достоверную возрастающую динамику ($Slope = 0.14$; $p < 0.0013$). Отсутствие гетероскедастичности ($F = 0.00499/0.000526 = 9.48$, $F < F_{kp} = 18.5$) позволяет говорить о достоверной выраженной групповой динамике.

При работе на когнитивном тренажере Cognisens NeuroTracker наблюдается выраженная достоверная групповая динамика повышения результативности выполнения задания, подтверждающая потенциальную эффективность использования метода (рисунок 4).

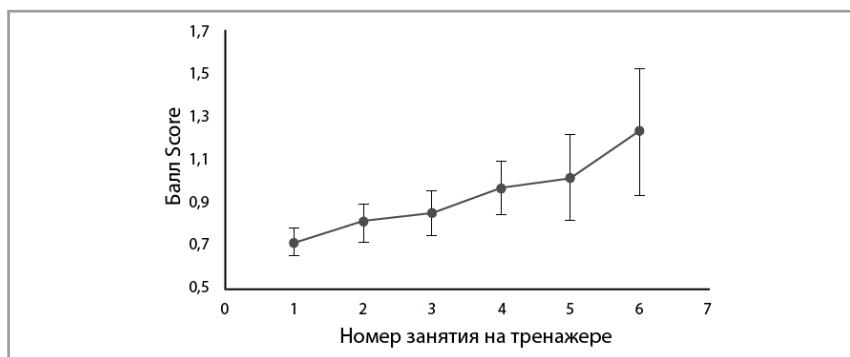


Рисунок 4. Групповая динамика результативности занятий на когнитивном тренажере Cognisens NeuroTracker всей группы (40 пациентов) в среднем

Figure 4. Group dynamics of task performance in the Cognisens NeuroTracker cognitive training system in the whole group (mean score)



Заключение

Впервые была подтверждена возможность включения когнитивного тренажера Cognisens NeuroTracker в программу реабилитации детей школьного возраста и подростков с опухолями ЦНС. Результаты проведенного исследования показывают, что люди с ограниченными когнитивными возможностями, к которым относятся пациенты, перенесшие противоопухолевую терапию, способны релевантно выполнять задания на описываемом когнитивном тренажере и повышать свою результативность в процессе тренировок, не испытывая затруднений с освоением метода и совершенствованием на нем своих навыков.

Динамическая оценка восстановления когнитивных и перцептивных способностей, улучшение параметров школьной успешности подтверждают важное значение проводимых коррекционных мероприятий для широкого спектра общественной деятельности и улучшения качества жизни излеченных от ЗН пациентов [28, 29, 30].

Литература

1. *Oeffinger K. C., Mertens A. C., Sklar C. A., et al.* Chronic health conditions in adult survivors of childhood cancer // *The New England Journal of Medicine*. – 2006. – Vol. 355. – P. 1572–1582. – DOI: 10.1056/NEJMsa060185
2. *Kanellopoulos A., Andersson S., Zeller B., Tamnes C. K., Fjell A. M., Walhovd K. B., Westlye L. T., Fosså S. D., Ruud E.* Neurocognitive Outcome in Very Long-Term Survivors of Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia After Treatment with Chemotherapy Only // *Pediatric Blood & Cancer*. – 2016. – Vol. 63, Issue 1. – P. 133–138. – DOI: 10.1002/pbc.25690
3. *Aytaç S., Yetgin S., Tavil B.* Acute and long-term neurologic complications in children with acute lymphoblastic leukemia // *The Turkish Journal of Pediatrics*. – 2006. – Vol. 48. – P. 1–7.
4. *Kim J. H., Brown S. L., Jenrow K. A., Ryu S.* Mechanisms of radiation-induced brain toxicity and implications for future clinical trials // *Journal of Neuro-Oncology*. – 2008. – Vol. 87. – P. 279–286.
5. *Duffner P. K.* Risk factors for cognitive decline in children treated for brain tumors // *European Journal of Pediatric Neurology*. – 2010. – Vol. 14, Issue 2. – P. 106–115.
6. *Radcliffe J. et al.* Cognitive deficits in long-term survivors of childhood medulloblastoma and other noncortical tumors: age-dependent effects of whole brain radiation // *International Journal of Developmental Neuroscience*. – 1994. – Vol. 12, Issue 4. – P. 327–334.
7. *Смирнов Д. С., Карпова М. И., Садырин А. В., Жуковская Е. В.* Оценка состояния периферической нервной системы с помощью стимуляционной



- электромиографии у детей с онкологическими и гематологическими заболеваниями, получающих химиотерапию винкристином // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – С. 373. – URL: <http://www.science-education.ru/127-21051> (дата обращения: 10.01.2017).
8. Румянцев А. Г., Володин Н. Н., Касаткин В. Н., Митраков Н. Н. Концепция медицинской, нейрокогнитивной и психолого-социальной реабилитации детей с онкологическими и гематологическими заболеваниями // Вестник восстановительной медицины. – 2015. – № 1 (65). – С. 65–71.
 9. Spiegler B. J. et al. Change in neurocognitive functioning after treatment with cranial radiation in childhood // *Journal of Clinical Oncology*. – 2004. – Vol. 22, Issue 4. – P. 706–713.
 10. NeuroTracker. A scientifically based tool to measure and improve cognitive performance // URL: <https://neurotracker.net/>
 11. Vartanian O., Coady L., Blackler K. 3D multiple object tracking boosts working memory span: Implications for cognitive training in military populations // *Military Psychology*. – 2016. – Vol. 28, Issue 5. – P. 353.
 12. Mangine G. T. et al. Visual Tracking Speed is Related to Basketball-Specific Measures of Performance in NBA Players // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. – 2014. – Vol. 28, Issue 9. – P. 2406–2414.
 13. Parsons B., Magill T., Boucher A., Zhang M., Zogbo K., Bérubé S., Scheffer O., Bearegar M., Faubert J. Enhancing cognitive function using perceptual-cognitive training // *Clinical EEG and Neuroscience*. – 2016. – Vol. 47, Issue 1. – P. 37–47. – DOI: 10.1177/1550059414563746
 14. Казанович Я. Б., Борисюк Р. М. Нейросетевая модель слежения за несколькими объектами // *Нейроинформатика*. – 2006. – Vol. 1, Issue 1. – P. 4–32.
 15. Анисимов В. Н., Ермаченко Н. С., Ермаченко А. А., Терещенко Л. В., Латанов А. В. Экспериментальный комплекс для одновременной регистрации движений глаз и электроэнцефалограммы // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2012. – № 11 (136). – С. 116–120.
 16. Beauchamp P., Faubert J. Visual Perception Training: Cutting Edge Psychophysics and 3D Technology Applied to Sport Science // *High Performance CIRCUIT e-Journal*. – 2011. – URL: <http://www.nardellaclinic.com/assets/files/references/Visual-Perception.pdf>
 17. Азеева-Подобед И. Б. Психологическая и социально-культурная адаптация детей к условиям стационарного лечения // *Педиатрический вестник Южного Урала*. – 2014. – № 1–2. – С. 100–103.
 18. Репин Д. С., Дегтярев Н. В., Петухов И. В. Микропроцессорный комплекс оценки времени реакции человека на движущийся объект // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 8–1. – С. 167–171.



19. *Junyent L. Q. et al.* Entrenamiento perceptivocognitivo con el Neurotracker 3D-MOT para potenciar el rendimiento en tres modalidades deportivas // *Apunts. Educació Física i Esports.* – 2015. – № 119. – P. 97–108. – DOI: 10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.07
20. Cambridge Cognition. Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB). Manual. – Cambridge : Cambridge Cognition Limited, 2006.
21. *Luciana M.* Practitioner review: computerized assessment of neuropsychological function in children: clinical and research applications of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery (CANTAB) // *Journal of Child Psychology and Psychiatry.* – 2003. – Vol. 44, Issue 5. – P. 649–663.
22. *Fuentes C. T., Bastian A. J.* 'Motor cognition' what is it and is the cerebellum involved? // *The Cerebellum.* – 2007. – Vol. 6, Issue 3. – P. 232–236.
23. *Fay T. B. et al.* Cognitive reserve as a moderator of postconcussive symptoms in children with complicated and uncomplicated mild traumatic brain injury // *Journal of the International Neuropsychological Society.* – 2010. – Vol. 16, Issue 1. – P. 94–105. – DOI: 10.1017/S1355617709991007
24. *Аршавская Е. Г., Семочкин С. В., Румянцев А. Г.* Качество жизни подростков и молодых взрослых с длительными ремиссиями лимфомы Ходжкина // *Клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика.* – 2014. – Т. 7, № 2. – С. 184–191.
25. *Bhat S. R. et al.* Profile of daily life in children with brain tumors: an assessment of health-related quality of life // *Journal of Clinical Oncology.* – 2005. – Vol. 23, Issue 24. – P. 5493–5500. – DOI: 10.1200/JCO.2005.10.190
26. *Nugent B. D., Moore A., Costello A., White Lewarchik A. M., Tersak J. M.* Partnering to optimize care of childhood cancer survivors // *The Journal of Family Practice.* – 2017. – Vol. 66, Issue 4. – P. E1–E6.
27. *Askins M. A., Moore B. D.* Preventing Neurocognitive Late Effects in Childhood Cancer Survivors // *Journal of Child Neurology.* – 2008. – Vol. 23, Issue 10. – P. 1160–1171. – DOI: 10.1177/0883073808321065
28. *Stout N. L., Silver J. K., Raj V. S., et al.* Toward a National Initiative in Cancer Rehabilitation: Recommendations From a Subject Matter Expert Group // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation Home.* – 2016. – Vol. 97, Issue 11. – P. 2006–2015. – DOI: 10.1016/j.apmr.2016.05.002
29. *McCabe M. S., Jacobs L. A.* Clinical update: survivorship care-models and programs // *Seminars in Oncology Nursing.* – 2012. – Vol. 28, Issue 3. – P. e1–e8. – DOI: 10.1016/j.soncn.2012.05.001
30. *Tresman R., Brown M., Fraser F., Skinner R., Bailey S. A.* School Passport as Part of a Protocol to Assist Educational Reintegration After Medulloblastoma Treatment in Childhood // *Pediatric Blood & Cancer.* – 2016. – Vol. 63, Issue 9. – P. 1636–1642. – DOI: 10.1002/pbc.26071



References

1. Oeffinger K. C., Mertens A. C., Sklar C. A., et al. Chronic health conditions in adult survivors of childhood cancer. *The New England Journal of Medicine*, 2006, V. 355, pp. 1572–1582. DOI: 10.1056/NEJMs060185
2. Kanellopoulos A., Andersson S., Zeller B., Tamnes C. K., Fjell A. M., Walhovd K. B., Westlye L. T., Fosså S. D., Ruud E. Neurocognitive outcome in very long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia after treatment with chemotherapy only. *Pediatric Blood & Cancer*, 2016, V. 63, Issue 1, pp. 133–138. DOI: 10.1002/pbc.25690
3. Aytaç S., Yetgin S., Tavil B. Acute and long-term neurologic complications in children with acute lymphoblastic leukemia. *The Turkish Journal of Pediatrics*, 2006, V. 48, pp. 1–7.
4. Kim J. H., Brown S. L., Jenrow K. A., Ryu S. Mechanisms of radiation-induced brain toxicity and implications for future clinical trials. *Journal of Neuro-Oncology*, 2008, V. 87, pp. 279–286.
5. Duffner P. K. Risk factors for cognitive decline in children treated for brain tumors. *European Journal of Pediatric Neurology*, 2010, V. 14, Issue 2, pp. 106–115.
6. Radcliffe J. et al. Cognitive deficits in long-term survivors of childhood medulloblastoma and other noncortical tumors: age-dependent effects of whole brain radiation. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 1994, V. 12, Issue 4, pp. 327–334.
7. Smirnov D. S., Karpova M. I., Sadyrin A. V., Zhukovskaya E. V. Assessment of the peripheral nervous system through stimulation electromyography in children with oncologic and hematologic diseases receiving chemotherapy with vincristine. *Modern problems of science and education*, 2015, no. 4, p. 373. Available at: <http://www.science-education.ru/127-21051> (Accessed 10 January 2017).
8. Rumyantsev A. G., Volodin N. N., Kasatkin V. N., Mitrakov N. N. The concept of medical, neurocognitive and psychosocial rehabilitation of children with oncologic and hematologic diseases. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny – Journal of Restorative Medicine and Rehabilitation*, 2015, no. 1 (65), pp. 65–71 (in Russian).
9. Spiegler B. J. et al. Change in neurocognitive functioning after treatment with cranial radiation in childhood. *Journal of Clinical Oncology*, 2004, V. 22, Issue 4, pp. 706–713.
10. NeuroTracker. A scientifically based tool to measure and improve cognitive performance. Available at: <https://neurotracker.net/>
11. Vartanian O., Coady L., Blackler K. 3D multiple object tracking boosts working memory span: Implications for cognitive training in military populations. *Military Psychology*, 2016, V. 28, Issue 5, p. 353.



12. Mangine G.T. et al. Visual tracking speed is related to basketball-specific measures of performance in NBA players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014, V. 28, Issue 9, pp. 2406–2414.
13. Parsons B., Magill T., Boucher A., Zhang M., Zogbo K., Bérubé S., Scheffer O., Beauregar M., Faubert J. Enhancing cognitive function using perceptual-cognitive training. *Clinical EEG and Neuroscience*, 2016, V. 47, Issue 1, pp. 37–47. DOI: 10.1177/1550059414563746
14. Kazanovich Ya. B., Borisyuk R. M. A neuronet model for tracking of several objects. *Neuroinformatika – Neuroinformatics*, 2006, V. 1, no. 1, pp. 4–32.
15. Anisimov V. N., Ermachenko N. S., Ermachenko A. A., Tereshchenko L. V., Latanov A. V. The experimental system for co-registration of eye movements and EEG. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki – Izvestiya SFedU. Engineering sciences*, 2012, no. 11 (136), pp. 116–120 (in Russian).
16. Beauchamp P., Faubert J. Visual perception training: Cutting edge psychophysics and 3D technology applied to sport science. *High Performance CIRCuIt e-Journal*, 2011. Available at: <http://www.nardellaclinic.com/assets/files/references/Visual-Perception.pdf>
17. Ageeva-Podobed I. B. Psychological and sociocultural adaptation of children to inpatient treatment. *Pediatricskii vestnik Yuzhnogo Urala – Pediatric Bulletin of the South Ural*, 2014, no. 1–2, pp. 100–103 (in Russian).
18. Repin D. S., Degtyarev N. V., Petukhov I. V. Microprocessor system for assessing a person's reaction time to a moving object. *Fundamental'nye issledovaniya – Fundamental Research*, 2011, no. 8–1, pp. 167–171 (in Russian).
19. Junyent L. Q. et al. Entrenamiento perceptivocognitivo con el Neurotracker 3D-MOT para potenciar el rendimiento en tres modalidades deportivas. *Apunts. Educació Física i Esports*, 2015, no. 119, pp. 97–108. DOI: 10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.07
20. *Cambridge Cognition. Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)*. Manual. Cambridge, Cambridge Cognition Limited, 2006.
21. Luciana M. Practitioner review: computerized assessment of neuropsychological function in children: clinical and research applications of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery (CANTAB). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2003, V. 44, Issue 5, pp. 649–663.
22. Fuentes C. T., Bastian A. J. 'Motor cognition' what is it and is the cerebellum involved? *The Cerebellum*, 2007, V. 6, Issue 3, pp. 232–236.
23. Fay T. B. et al. Cognitive reserve as a moderator of postconcussive symptoms in children with complicated and uncomplicated mild traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2010, V. 16, Issue 1, pp. 94–105. DOI: 10.1017/S1355617709991007



24. Arshavskaya E. G., Semochkin S. V., Rumyantsev A. G. Life quality in adolescent and young adult long-term survivors of Hodgkin's lymphoma. *Klinicheskaya onkogematologiya. Fundamental'nye issledovaniya i klinicheskaya praktika – Clinical Oncohematology. Basic Research and Clinical Practice*, 2014, V. 7, no. 2, pp. 184–191 (in Russian).
25. Bhat S. R. et al. Profile of daily life in children with brain tumors: an assessment of health-related quality of life. *Journal of Clinical Oncology*, 2005, V. 23, Issue 24, pp. 5493–5500. DOI: 10.1200/JCO.2005.10.190
26. Nugent B. D., Moore A., Costello A., White Lewarchik A. M., Tersak J. M. Partnering to optimize care of childhood cancer survivors. *The Journal of Family Practice*, 2017, V. 66, Issue 4, pp. E1–E6.
27. Askins M. A., Moore B. D. Preventing neurocognitive late effects in childhood cancer survivors. *Journal of Child Neurology*, 2008, V. 23, Issue 10, pp. 1160–1171. DOI: 10.1177/0883073808321065
28. Stout N. L., Silver J. K., Raj V. S., et al. Toward a national initiative in cancer rehabilitation: recommendations from a subject matter expert group. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2016, V. 97, Issue 11, pp. 2006–2015. DOI: 10.1016/j.apmr.2016.05.002
29. McCabe M. S., Jacobs L. A. Clinical update: survivorship care-models and programs. *Seminars in Oncology Nursing*, 2012, V. 28, Issue 3, pp. e1–e8. DOI: 10.1016/j.soncn.2012.05.001
30. Tresman R., Brown M., Fraser F., Skinner R., Bailey S. A. School passport as part of a protocol to assist educational reintegration after medulloblastoma treatment in childhood. *Pediatric Blood & Cancer*, 2016, V. 63, Issue 9, pp. 1636–1642. DOI: 10.1002/pbc.26071