

Коррекция исполнительных функций и работы саккадической системы у детей с опухолями задней черепной ямки

В.Н. Касаткин¹, И.Д. Бородина¹, М.А. Шурупова^{1,2}, А.А. Дренёва^{1,3}, А.А. Рябова¹,
Е.В. Миронова¹, А.Ф. Карелин¹, А.Г. Румянцев¹

¹ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России; Россия, 117997, Москва, ул. Саморы Машела, 1;

²Биологический факультет, кафедра высшей нервной деятельности ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские Горы, 1, стр. 12;

³Факультет психологии, кафедра методологии психологии ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»; Россия, 125009, Москва, ул. Моховая, 11, стр. 9

Контактные данные: Елизавета Викторовна Миронова elvmiroнова@mail.ru

Введение. Исполнительные функции (ИФ) можно рассматривать как взаимосвязанную группу когнитивных навыков, ответственных за целевое поведение, которая включает в себя как высшие, так и низшие функции. К высшим функциям относятся ингибирование, переключаемость, когнитивная гибкость, планирование, рабочая память и решение проблем. Нижний уровень ИФ — это скорость процессинга и когнитивная эффективность/беглость, которые обслуживают высшие ИФ.

Снижение показателей ИФ и замедление процессинга у пациентов, получавших комплексную терапию при опухолях задней черепной ямки, приводят к ухудшению качества жизни и социального функционирования. Предполагается, что нарушения ИФ и процессинга связаны с неточностями в работе саккадической системы.

Материалы и методы. В пилотном исследовании участвовали 5 пациентов в возрасте 10–14 лет с опухолями черепной ямки, находившихся на реабилитации и получавших комплекс аппаратной коррекции с применением приборов Dynavision D2 и Neurotracker, направленный на модифицирование ИФ и процессинга. Две диагностические сессии, проводимые методами айтрекинга и батареи CANTAB, оценивали состояние саккадической системы и ИФ до и после реабилитационного процесса.

Результаты. Первый опыт использования комплекса аппаратных методов коррекции ИФ продемонстрировал улучшение работы саккадической системы, несмотря на разнообразные нарушения зрительного анализатора, которые имели место у всех детей. Полученные результаты указывают на перспективные пути в решении этой актуальной проблемы.

Ключевые слова: исполнительные функции, опухоли задней черепной ямки, саккадическая система, процессинг, аппаратная коррекция, реабилитация, айтрекинг, Dynavision D2, Neurotracker, CANTAB

DOI: 10.17650/2311-1267-2017-4-3-35-42

Correction of executive functions and the operation of the saccadic system in children with tumors of the posterior cranial fossa

V.N. Kasatkin¹, I.D. Borodina¹, M.A. Shurupova^{1,2}, A.A. Dreneva^{1,3}, A.A. Ryabova¹,
E.V. Mironova¹, A.F. Karelin¹, A.G. Rumyantsev¹

¹Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of Russia; 1 Samory Mashela St., Moscow, 117997, Russia; ²Biological Faculty, Department of Higher Nervous Activity, Lomonosov Moscow State University; 1, Bldg. 12 Leninskie Gory St., Moscow, 119234, Russia; ³Faculty of Psychology, Department of Psychology Methodology, Lomonosov Moscow State University; 11, Bldg. 9 Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russia

Rationale. Executive functions (EF) can be considered as interrelated group of cognitive skills responsible for target behavior, including both higher and lower functions. Higher functions include inhibition, switching, cognitive flexibility, planning, working memory and solving of problems. Lower level of EF is a speed of processing and cognitive effectiveness/fluency which serve EF. Decreasing of EF and slowing of processing at patients received complex therapy in case of tumors of posterior cranial fossa lead to decreasing of quality of life and social functioning. It is supposed that disorder of EF and processing are connected to inaccuracies of saccadic system.

Materials and methods. Five patients at age 10–14 years old with tumors of posterior cranial fossa were enrolled to this pilot study. These patients received rehabilitation and complex of hardware correction with the help of Dynavision D2 and Neurotracker equipment aimed to modify EF and processing. Two diagnostic sessions realized by itracking method and CANTAB battery to diagnose condition of saccadic system before and after rehabilitation process.

Results. First experience of usage of a complex of hardware methods for EF correction showed improvement of function of saccadic system despite of different disturbances of visual analyzer which were diagnosed at all children. These results indicate the promising ways in solving of this actual problem.

Key words: executive functions, tumors of the posterior cranial fossa, saccadic system, processing, instrumental correction, rehabilitation, eye-tracking, Dynavision D2, Neurotracker, CANTAB

Опухоли центральной нервной системы (ЦНС) являются самыми частыми солидными новообразованиями детского возраста. До 70 % опухолей у детей старше 3 лет располагаются инфратенториально в задней черепной ямке (ЗЧЯ) [1]. Использование современных технологий терапии позволяет добиться достижения продолжительной ремиссии у 60–70 % пациентов с данной патологией [2]. Однако сама локализация новообразований и агрессивность методов терапии приводят к стойкой инвалидизации в процессе лечения. До 90 % пациентов, излеченных от опухолей ЦНС, имеют нарушения со стороны высшей нервной деятельности, опорно-двигательного аппарата и эндокринной системы, при этом они на длительное время выпадают из социума [3, 4].

У детей, перенесших онкологическое заболевание, наблюдается снижение нейрокогнитивных функций: концентрации внимания, рабочей памяти, скорости процессинга, зрительного восприятия, исполнительных функций (ИФ) [5–8]. Нейрокогнитивные нарушения вызывают ограничения в ежедневной активности: в самообслуживании, учебе, профессиональной деятельности [5, 9, 10].

ИФ также являются предикторами академической успеваемости и социального функционирования [11–15]. У детей, перенесших опухоль головного мозга, снижение ИФ приводит к снижению качества жизни [16, 17]. Поэтому крайне необходимым является использование методик, направленных на коррекцию ИФ.

Предположительно, одним из подходов к улучшению ИФ является изменение работы саккадической системы. В ряде исследований было показано, что при поражениях областей червя и полушарий мозжечка возникают гиперметрические саккады, из-за которых взор достигает цели (стимула) посредством дополнительных корректировочных саккад [18, 19]. Предполагается, что при коррекции работы саккадической системы, т. е. при снижении объема дополнительных корректирующих, малоамплитудных, контекстно-неуместных саккад, можно ожидать улучшений ИФ как за счет уменьшения поступления нерелевантной информации через зрительный анализатор, так и за счет освобождения ресурсов реализации ИФ. В данной статье описан первый опыт применения комплекса аппаратных методов, направленных на повышение процессинга, улучшение зрительно-моторной координации (глаз–рука), повышение скорости ИФ (ингибирование, переключаемость, рабочая память),

улучшение фокуса зрительного внимания у детей, перенесших опухоли ЗЧЯ. Таким образом, данная коррекция может влиять и на работу саккадической системы.

Материалы и методы

Пациенты

В исследование включены 5 пациентов с опухолью ЗЧЯ (4 мальчика и 1 девочка) в возрасте от 10 до 14 лет (медиана – 11 лет), завершивших лечение по поводу основного заболевания. Медиана времени наблюдения после отмены терапии – 13 (4–66) мес.

Гистологический вариант опухоли, локализация опухолевого процесса в ЗЧЯ, распространенность опухолевого процесса (M-стадия), объем терапии и состояние опухолевого процесса на момент осмотра представлены в табл. 1.

Все пациенты имели различную патологию со стороны органов зрения, вызванную как осложнениями перенесенного лечения, так и интеркуррентной патологией: у всех 5 пациентов отмечался нистагм разной степени выраженности, у больных № 1 и № 5 имелось альтернирующее косоглазие и ослабление конвергенции, пациенты № 3 и № 5 страдали миопией средней степени (требовалась постоянная очковая коррекция) и имели монокулярный тип зрения, у пациента № 2 имелись нарушения проведения зрительной афферентации на кору по данным зрительно вызванных потенциалов, у пациента № 3 – трофическая язва роговицы, у пациента № 4 – лучевая катаракта обоих глаз, у пациента № 5 – частичная атрофия зрительных нервов.

Дизайн исследования

Исследование проводилось на базе ЛРНЦ «Русское поле» ФГБУ «Национальный научно-практический центр детской гематологии и онкологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, в котором больные находились на протяжении 1 мес. На рисунке представлен дизайн исследования.

Диагностическое обследование 1 Айтрекинг CANTAB	Коррекционное воздействие Dynavision D2 Cognisense	Диагностическое обследование 2 Айтрекинг CANTAB
3 дня	21 день	3 дня

Дизайн исследования
Study design

Таблица 1. Описание клинического состояния каждого пациента

Table 1. Description of the clinical state of each patient

Пациенты	Пол	Возраст на момент обследования	Возраст на момент заболевания	Диагноз	Локализация	М-стадия	Объем терапии	Время после завершения терапии	Состояние опухолевого процесса
№ 1	М	10 лет	8 лет	Медулло-бластома	Левая гемисфера мозжечка и левый мостомозжечковый угол	М3 (спинной мозг)	О + О + О + ПХТ (и/т Мtx) + ЛТ с КСО (в. д.) с ХТ VCR + ПХТ	13 мес	Полный ответ, ремиссия
№ 2	М	14 лет	7 лет	Медулло-бластома	Червь и 4-й желудочек	М3 (спинной мозг)	О + ЛТ с КСО (ст. д.) с ХТ VCR + ПХТ (протокол НИТ 2008)	66 мес	Полный ответ, ремиссия
№ 3	Д	11 лет	9 лет	Анапластическая эпендимома	Червь и 4-й желудочек	М0 (нет)	О + ПХТ + ЛТ (лок.) с ХТ VCR + ПХТ + МХТ + О (индивидуальный протокол)	12 мес	Полный ответ, ремиссия
№ 4	М	10 лет	8 лет	Невринома	Продолговатый мозг и краниовертебральный переход с паравертебральным распространением слева до С6	—	О + О + ЛТ (лок.)	13 мес	Остаточная опухоль, стабилизация болезни
№ 5	М	13 лет	11 лет	Медулло-бластома	Червь и 4-й желудочек	Мх	О + ЛТ с КСО (ст. д.) с ХТ VCR + ПХТ	4 мес	Полный ответ, ремиссия

Примечание. М – мальчик; Д – девочка; О – операция; ПХТ – полихимиотерапия; и/т Мtx – интратекальное введение метотрексата; ЛТ – лучевая терапия; КСО (в. д.) – лучевая терапия с облучением ЗЧЯ + высокие дозы краниоспинального облучения; ХТ VCR – химиотерапия винкристином; ЛТ с КСО (ст. д.) – лучевая терапия с облучением ЗЧЯ + стандартные дозы краниоспинального облучения; ЛТ (лок.) – лучевая терапия с локальным облучением ложа опухоли; МХТ – монохимиотерапия.

Методы диагностического обследования

Диагностическое обследование проводилось в первые 3 дня при поступлении и в последние 3 дня перед выпиской. Оно включало в себя 2 вида исследований: метод видеоокулографической регистрации движения глаз (айтрекинг), диагностику скорости процессинга и ИФ при помощи аппаратных методик на приборе SANTAB.

Метод видеоокулографической регистрации движения глаз – метод айтрекинга. Производилось 2 замера глазодвигательной активности: при поступлении и при выписке пациента из реабилитационного центра.

Стимульные парадигмы. В исследовании использовались следующие тестовые парадигмы:

- тест «Удержание взора на точке»;
- тест «10 точек»;
- тест «Go/No-Go»;
- тест «Забор».

Детальное описание каждого теста и описание процедуры можно найти в статье S. Goldstein et al. [20].

Обработка результатов айтрекинга. Из получаемых координат положения зрачка программным алгоритмом ViewPoint Data Analysis™ выделялись фиксации и саккады, а также их параметры: длительность фиксаций, латентность саккад, амплитуда саккад и т. д.

Для диагностики ИФ и процессинга использовались методики из комплекта SANTAB [21]; подробное описание использованных методик представлено там же. Это компьютеризированная батарея когнитивных тестов, первая часть которой регистрирует латентное время ответа (т. е. время с момента предъявления зрительного паттерна до момента нажатия на экран или пресспада). Вторая часть тестов направлена на диагностику ИФ [22].

Используемые батареи нейропсихологических тестов SANTAB: MOT (Motor Screening, «Проба на зрительно-моторную координацию»), BLC (Big/Little

Circle, «Большой или маленький круг»), PRM (Pattern Recognition Memory, «Узнавание зрительных паттернов»), SSP (Spatial Span, «Объем зрительно-пространственной памяти»), SWM (Spatial Working Memory, «Пространственная рабочая память»), RVP (Rapid Visual Information Processing, «Быстрая обработка зрительной информации»).

Методы коррекционного воздействия

Dynavision D2 представляет собой рабочую плоскость 120 × 160 см, на которой концентрично расположены 64 световых индикатора. Индикаторы могут загораться и гаснуть в зависимости от выбранного режима работы. Задачей пациента при этом является как можно быстрее нажимать на подсвеченные индикаторы в соответствии с инструкцией.

Прибор Dynavision D2 направлен на тренировку зрительно-моторной координации, распределения и переключения внимания, быстроту реакции и увеличение темповых характеристик пациентов [23, 24].

В настоящем исследовании на тренажере Dynavision использовались 8 субтестов: «Простая зрительно-моторная реакция», «Сенсомоторная реакция с ритмической стимуляцией», «Ингибирование», «Цвет—рука», «Шифтинг», «Зрительное внимание», «Средняя линия 1», «Средняя линия 2».

Перечисленные субтесты дают возможность диагностировать и корректировать функции процессинга, зрительно-моторной интеграции, периферического внимания (все субтесты), распределенного внимания («Зрительное внимание»). Также осуществлялась коррекция ИФ: ингибирование («Ингибирование», «Средняя линия 2») и шифтинг («Цвет—рука», «Шифтинг»), программирование и контроль («Ингибирование», «Цвет—рука», «Шифтинг», «Зрительное внимание», «Средняя линия 1», «Средняя линия 2»).

Продолжительность 1 занятия составляла от 10 до 15 мин.

Neurotracker CogniSense Neuro C3 представляет собой 3D-экран, на котором перемещаются 8 шариков. Задачей пациента является в течение нескольких секунд удерживать во внимании 3 целевых шарика, которые вначале подсвечиваются другим цветом, а затем приобретают тот же цвет, что и 5 других. Занятия на тренажере корректируют функции памяти, концентрации внимания и развитие таких характеристик внимания, как длительное удерживание и распределение [25].

Продолжительность 1 занятия составляла от 10 до 15 мин.

Результаты исследования

Пациент № 1 прошел 10 коррекционных занятий на тренажерах Dynavision и Neurotracker.

Результаты, полученные методом айтрекинга. У пациента во втором замере улучшилась стабильность удержания в тесте «Удержание взгляда на точке»; в тесте на переключение зрительного внимания «Go/No-Go» уменьшилось число корректировочных саккад, снизилась латентность релевантных саккад; в тесте зрительного подсчета «10 точек» снизились длина пути сканирования, число фиксаций и время выполнения задания; в тесте на формирование ритмических глазодвигательных паттернов «Забор» пациент смог обвести 1 паттерн (табл. 2).

Результаты, полученные методом CANTAB. У пациента уменьшилось латентное время ответа, улучшилась функция переключаемости. Выросли показатели как непосредственной, так и отсроченной памяти (табл. 3).

Результаты коррекционной сессии. По результатам 10 занятий на тренажере Dynavision была выявлена положительная динамика по субтестам «Простая зрительно-моторная реакция» и «Сенсомоторная реакция с ритмической стимуляцией», которая заключалась в постепенном снижении среднего времени реакции от первого к последнему занятию (табл. 4).

Пациент № 2 прошел 5 коррекционных занятий на тренажерах Dynavision и Neurotracker.

Результаты, полученные методом айтрекинга. У пациента во втором замере улучшилась стабильность удержания в тесте «Удержание взгляда на точке»; в тесте «Go/No-Go» увеличился коэффициент выполнения задания; в тесте «10 точек» снизились длина пути сканирования и число фиксаций; в тесте «Забор» пациент смог обвести 3 паттерна (см. табл. 2).

Результаты, полученные методом CANTAB. У пациента уменьшилось латентное время ответа, увеличились показатели как непосредственного, так и отсроченного воспроизведения. Увеличился объем рабочей памяти, а также процент правильного реагирования на стимул (см. табл. 3).

Результаты коррекционной сессии. После серии из 5 коррекционных занятий на тренажере Dynavision было обнаружено снижение показателей среднего времени реакции по субтестам «Простая зрительно-моторная реакция», «Сенсомоторная реакция с ритмической стимуляцией» и «Ингибирование» (см. табл. 4). На тренажере Neurotracker было также выявлено значительное повышение общего результата (табл. 5).

Пациент № 3 прошел 8 коррекционных занятий на тренажерах Dynavision и Neurotracker.

Результаты, полученные методом айтрекинга. У пациента во втором замере улучшилась стабильность удержания в тесте «Удержание взгляда на точке»; в тесте «Go/No-Go» увеличился коэффициент выполнения задания, повысилась точность первой релевантной саккады, снизилась латентность релевантных саккад; в тесте «10 точек» снизились длина пути

Таблица 2. Окуломоторные параметры при выполнении тестов всеми пациентами в обоих замерах

Table 2. Oculomotor parameters in the performance of tests by all patients in both measurements

Название теста	Окуломоторный параметр	Пациент № 1		Пациент № 2		Пациент № 3		Пациент № 4		Пациент № 5	
		I замер	II замер								
Удержание взгляда на точке	Дисперсия координат взгляда, пксл	110,06	91,94	63,09	38,83	37,71	27,35	45,61	32,56	56,58	38,62
Go/No-Go	Коэффициент выполнения задания, %	81,18	62,51	55	70,37	62,51	75,67	69,23	87,18	64,1	82,86
	Точность первой релевантной саккады, %	109,91	93,47	—	111,86	134,08	121,7	117,21	—	226,25	152,74
	Корректирующие релевантные саккады, %	18,18	8,33	—	11,11	23,01	31,58	30,01	—	59,26	47,62
	Латентность релевантной саккады, мс	486,81	471,64	—	506,51	648,71	582,64	471,14	—	616,51	545,81
10 точек	Длина пути сканирования, градус	141,57	127,97	—	—	196,22	102,95	124,38	144,17	246,41	200,25
	Количество фиксации	18	16	32	27	26	17	16	19	19	14
	Время выполнения задания, с	8,01	7,09	13,58	13,31	8,66	6,99	8,49	6,69	8,89	7,75
Забор	Количество обведенных паттернов	0	1	0	3	1	3	0	—	0	0

Таблица 3. Результаты, полученные при выполнении тестов SANTAB всеми пациентами в обоих замерах

Table 3. The results obtained during the performance of SANTAB tests by all patients in both measurements

	Пациент № 1		Пациент № 2		Пациент № 3		Пациент № 4		Пациент № 5	
	I замер	II замер								
MOT	1300 мс	1200 мс	1065 мс	832 мс	1700 мс	1300 мс	1136 мс	891 мс	1700 мс	1300 мс
BLC	95 %	100 %	100 %	100 %	20 %	100 %	80 %	100 %	100 %	100 %
PRM	95 %	99 %	54 %	85 %	60 %	91 %	95 %	95 %	95 %	99 %
PRM	33	75	66	83	85	96	83	85	33	76
SSP	4 ед	4 ед	3 ед	5 ед	5 ед	5 ед	6 ед	6 ед	4 ед	5 ед
SWM	50 ошибок	22 ошибки	90 ошибок	70 ошибок	85 ошибок	70 ошибок	15 ошибок	14 ошибок	38 ошибок	21 ошибка
RVP	5 %	7 %	66 %	91 %	66 %	91 %	88 %	95 %	100 %	100 %

сканирования, число фиксации и время выполнения задания; в тесте «Забор» пациент смог обвести 3 паттерна (см. табл. 2).

Результаты, полученные методом SANTAB. У пациента выявлено уменьшение латентного времени ответов. Улучшилась функция переключаемости. Произошло увеличение как непосредственного, так и отсроченного воспроизведения стимулов (см. табл. 3).

Результаты коррекционной сессии. По результатам 8 занятий на тренажере Dynavision пациент показал положительную динамику по субтестам «Простая

зрительно-моторная реакция» и «Сенсомоторная реакция с ритмической стимуляцией», проявившуюся в снижении среднего времени реакции (см. табл. 4).

Пациент № 4 прошел 8 коррекционных занятий на тренажерах Dynavision и Neurotracker.

Результаты, полученные методом айтрекинга. У пациента во втором замере улучшилась стабильность удержания в тесте «Удержание взгляда на точке»; в тесте «Go/No-Go» увеличился коэффициент выполнения задания; в тесте «10 точек» снизилось время выполнения задания (см. табл. 2).

Таблица 4. Результаты, полученные при выполнении субтестов тренажера Dynavision D2 всеми пациентами на первом и последнем замерах
Table 4. The results obtained in the performance of the Dynavision D2 simulator subtests by all patients at the first and last measurements

Субтест	Пациент № 1		Пациент № 2		Пациент № 3		Пациент № 4		Пациент № 5	
	I замер	II замер								
1	2,22	1,76	2	1,54	2,86	2	1,5	1,11	2,14	1,94
2	2,4	1,88	1,5	1,36	1,94	1,82	1,15	1	2,14	2
3	1,68	1,67	2,18	1,56	1,63	1,65	1,07	1,11	1,53	2,15
4	2,28	1,84	1,68	1,3	2,33	1,94	1,34	1,08	2,39	2,04
5	–	–	2,29	1,87	–	–	1,68	1,28	2,15	2,84
6	1,41	2,03	2,5	1,72	–	–	0,99	0,95	1,99	2,83
7	1,94	2,31	1,92	1,46	2,14	2	1,46	0,95	2,31	2,4
8	2	2,22	2,22	2	2,14	2,14	1,71	1,5	2,4	2,86

Таблица 5. Результаты тестов в режиме “Core” тренажера Neurotracker у всех пациентов на первом и последнем замерах
Table 5. The results of tests in the “Core” mode of the Neurotracker simulator in all patients on the first and last measurements

	Пациент № 1		Пациент № 2		Пациент № 3		Пациент № 4		Пациент № 5	
	I замер	II замер								
Режим “Core”	1,22	1,83	0,23	0,49	–	–	2,76	2,44	0,22	0,43

Результаты, полученные методом SANTAB. У пациента уменьшилось латентное время ответа, улучшилась функция переключаемости. Также уменьшилось количество ошибок в последовательностях и увеличился процент правильного реагирования на стимул (см. табл. 3).

Результаты коррекционной сессии. Коррекционная серия из 8 занятий на тренажере Dynavision показала значительное улучшение показателей среднего времени реакции в следующих субтестах: «Простая зрительно-моторная реакция», «Сенсомоторная реакция с ритмической стимуляцией», «Средняя линия 1» и «Средняя линия 2» (см. табл. 4).

Пациент № 5 прошел 7 коррекционных занятий на тренажерах Dynavision и Neurotracker.

Результаты, полученные методом айтрекинга. У пациента во втором замере улучшилась стабильность удержания в тесте «Удержание взгляда на точке»; в тесте «Go/No-Go» увеличился коэффициент выполнения задания, повысилась точность первой релевантной саккады, снизилась латентность релевантных саккад и число релевантных корректирующих саккад; в тесте «10 точек» снизились длина пути сканирования, число фиксаций и время выполнения задания (см. табл. 2).

Результаты, полученные методом SANTAB. У пациента уменьшилось латентное время ответа, увеличилось непосредственное и отсроченное воспроизведение стимулов (более чем в 2 раза). Увеличилось количество элементов, удерживаемых в рабочей памяти (см. табл. 3).

Результаты коррекционной сессии. После серии из 7 занятий на тренажере Dynavision пациент продемонстрировал снижение среднего времени реакции по таким субтестам, как «Простая зрительно-моторная реакция», «Сенсомоторная реакция с ритмической стимуляцией», «Цвет–рука» и «Шифтинг» (см. табл. 4).

Обсуждение результатов

Результаты проведенного исследования, повторные диагностические замеры выявили увеличение показателей зрительно-моторной интеграции и координации, ИФ и глазодвигательных функций. Положительная динамика исследованных показателей может быть связана с коррекционными мероприятиями, проводимыми на нейрокогнитивных тренажерах Dynavision и Neurotracker. Сходные данные были получены и в других исследованиях [25, 26]. Мы предполагаем, что в соответствии с ранее описанной гипотезой, коррекционная программа повлияла на

уменьшение объема саккадических движений (корректирующих саккад, малоамплитудных и др.), что привело к улучшению ИФ.

Кроме того, в проведенном исследовании было показано, что методами айтрекинга и SANTAB можно объективно выявить динамику широкого ряда нейрокогнитивных показателей, таких как зрительная рабочая память, скорость процессинга, произвольное внимание, зрительно-моторная координация, формирование ритмических моторных актов. Описанные методы также использовались как диагностические в нескольких исследованиях [26–29]. Обращает на себя внимание тот факт, что наличие у пациентов широкого спектра патологии со стороны зрительного анализатора не явилось препятствием для диагностики и коррекционной работы по указанным методикам.

Выводы

Уникальность данного исследования заключается в описании и получении результатов на впервые использованном в нашей стране программно-аппаратном комплексе нейрокогнитивных тренажеров, состоящих из диагностических и коррекционных методик.

Для подтверждения статистической достоверности полученных результатов необходимо дополнительное проведение контролируемых исследований с большим объемом выборки, однако представленное кейсовое исследование показывает перспективность данного направления работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Kühl J., Doz F., Taylor R. Embryonic tumors. In: Brain and spinal tumors of childhood. Walker D.A., Perilongo G., Punt J.A.G., Taylor R.E., eds. Arnold, 2004. Pp. 314–330.
2. Packer R.J., MacDonald T., Vezina G. Central nervous system tumors. *Pediatr Clin North Am* 2008;55(1):121–45. doi: 10.1016/j.pcl.2007.10.010.
3. Aziz N.M. Long-term survivorship: late effects. In: Principles and Practice of Palliative Care and Supportive Oncology, 2nd ed. Berger A.M., Portenoy R.K. & Weissman D.E., eds. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2002. Pp. 1019–1033.
4. Anderson D.M., Rennie K.M., Ziegler R.S. et al. Medical and neurocognitive late effects among survivors of childhood central nervous system tumors. *Cancer* 2001;92(10):2709–19. PMID: 11745207.
5. Nathan P.C., Patel S.K., Dille K. et al.; Children's Oncology Group Long-term Follow-up Guidelines Task Force on Neurocognitive/Behavioral Complications After Childhood Cancer. Guidelines for identification of, advocacy for, and intervention in neurocognitive problems in survivors of childhood cancer: a report from the Children's Oncology Group. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007;161(8):798–806. doi: 10.1001/archpedi.161.8.798.
6. Butler R.W., Haser J.K. Neurocognitive effects of treatment for childhood cancer. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 2006;12(3):184–91. doi: 10.1002/mrdd.20110.
7. Niendam T.A., Laird A.R., Ray K.L. et al. Meta-analytic evidence for a superordinate cognitive control network subserving diverse executive functions. *Cogn Affect Behav Neurosci* 2012;12(2):241–68. doi: 10.3758/s13415-011-0083-5.
8. Makris N., Biederman J., Valera E.M. et al. Cortical thinning of the attention and executive function networks in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Cereb Cortex* 2007;17(6):1364–75. doi: 10.1093/cercor/bhl047.
9. Gorin S.S., McAuliffe P. Implications of childhood cancer survivors in the classroom and the school. *Health Educ* 2009;109(1):25–48.
10. Herrmann D.S., Thurber J.R., Miles K., Gilbert G. Childhood leukemia survivors and their return to school: A literature review, case study, and recommendations. *J Appl Sch Psychol* 2011;7:252–75.
11. Biederman J., Monuteaux M.C., Doyle A.E. et al. Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *J Consult Clin Psychol* 2004;72(5):757–66. doi: 10.1037/0022-006X.72.5.757.
12. Denckla M.B. A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective. In: Lyon G.R. and Krasnegor N.A. (eds.). Attention, Memory, and Executive Function. Paul H. Brookes, Baltimore, MD. Pp. 263–277.
13. Isquith P.K., Crawford J.S., Espy K.A., Gioia G.A. Assessment of executive function in preschool-aged children. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 2005;11(3):209–15. doi: 10.1002/mrdd.20075.
14. Welsh M.C., Pennington B.F., Groisser D.B. A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Develop Neuropsychol* 1991;7(2):131–49.
15. Baron I.S. Neuropsychological evaluation of the child. NY: Oxford University Press, 2004.
16. Miller M., Hinshaw S.P. Does childhood executive function predict adolescent functional outcomes in girls with ADHD? *J Abnorm Child Psychol* 2010;38(3):315–26. doi: 10.1007/s10802-009-9369-2.
17. Nctson K.L., Ashford J.M., Skinner T. et al. Executive dysfunction is associated with poorer health-related quality of life in pediatric brain tumor survivors. *J Neurooncol* 2016;128(2):313–21. doi: 10.1007/s11060-016-2113-1.
18. Thurtell M.J., Tomsak R.L., Leigh R.J. Disorders of saccades. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2007;7(5):407–16. PMID: 17764631.
19. Filippopoulos F., Eggert T., Straube A. Effects of cerebellar infarcts on cortical processing of saccades. *J Neurol* 2013;260(3):805–14. doi: 10.1007/s00415-012-6708-y.
20. Goldstein S., Jack A., Naglieri J.A. Handbook of executive functioning. Springer Science + Business Media NY, 2014.
21. Касаткин В.Н., Бочавер К.А., Грушко А.И. и др. Исследование перцептивно-когнитивных функций спортсменов игровых видов спорта, их диагностика и коррекция. Методическое пособие. М.: ФМБА, 2014. [Kasatkin V.N., Bochaver K.A., Grushko A.I. et al. Research of perceptively-cognitive functions of sportsmen of game kinds of sports, their diagnostics and correction. Methodical manual. M.: FMBA, 2014. (In Russ.)].
22. www.cambridgecognition.com.
23. Anisimov V., Shurupova M., Kasatkin V. The use of cognitive simulator in clinic patients with medulloblastoma and acute lymphoblastic leukaemia. The Russian Journal of Pediatric Hematology and Oncology. Abstract book. 10th SIOP Asia Congress, 2016 May 25–28, Moscow, Russia. P. 19.
24. Faubert J., Allard R. Effect of visual distortion on postural balance in a full immersion stereoscopic environment. In: Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI, Proceedings of SPIE-IS & T Electronic Imaging. Woods A.J., Merrit J.O., Benton S.A., Bolas M.T. (eds.). SPIE 2004;5291:491–500.
25. Klavora P., Warren M. Rehabilitation of visuomotor skills in poststroke patients using the Dynavision apparatus. *Percept Mot Skills* 1998;86(1):23–30. doi: 10.2466/pms.1998.86.1.23.
26. Vesia M., Esposito J., Prime S.L., Klavora P. Correlations of selected psychomotor and visuomotor tests with initial Dynavision performance. *Percept Mot Skills* 2008;107(1):14–20. doi: 10.2466/pms.107.1.14-20.
27. Ismatullina V., Voronin I., Shelemetieva A., Malykh S. Cross-cultural Study of Working Memory in Adolescents. Third Annual International Conference "Early Childhood Care and Education" 2014;146:353–7.
28. Skaali T., Fosså S.D., Andersson S. et al. A prospective study of neuropsychological functioning in testicular cancer patients. *Ann Oncol* 2011;22(5):1062–70. doi: 10.1093/annonc/mdq553.
29. Шурупова М.А., Анисимов В.Н., Касаткин В.Н. Глазодвигательные корреляты динамики психофизиологических и когнитивных нарушений у пациентов с медуллобластомой. Детская и подростковая реабилитация 2016;27(2):50–6. [Shurupova M.A., Anisimov V.N., Kasatkin V.N. Oculomotor correlates of dynamics of psychophysiological and cognitive impairments in patients with medulloblastoma. Detskaya i podrostkovaya reabilitaciya = Child and Adolescent Rehabilitation 2016;27(2):50–6. (In Russ.)].