

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕНАЖЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВ В ИГРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

В. В. Горелик¹✉, С. Н. Филиппова², В. С. Беляев³, Е. В. Карлова⁴

¹ Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

² Российский государственный социальный университет, Клин, Россия

³ Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

⁴ Медицинский реабилитационный центр Сергиевские минеральные воды Федерального медико-биологического агентства, Самарская область, Россия

Число детей, рождающихся с диагнозом «детский церебральный паралич» (ДЦП), остается стабильно высоким. Ведется поиск новых подходов к реабилитации таких пациентов. Целью исследования было определить эффективность использования технологии игровой деятельности на основе визуализации образов в процессе физической реабилитации детей с ДЦП. В исследовании участвовали 16 мальчиков со спастической диплегией в возрасте 7–9 лет, разделенные на две группы: экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) — по 8 детей в каждой. В ЭГ занятия проводили на тренажере виртуальной реальности «Крисаф» 2 раза в неделю по 40 мин в течение 8 месяцев. Ребенок при этом находится в подвешенном горизонтальном положении и, используя специальные очки, смотрит на экран. В условиях имитации состояния погружения в морскую среду, при понижении гравитационных воздействий дети выполняют двигательные задания в игровой форме: ищут сокровища, соревнуются с дельфинами и т. д. Дети КГ посещали занятия ЛФК. Реабилитационные занятия детей со спастической формой ДЦП на тренажере «Крисаф» с элементами технологии виртуальной реальности приводили к значительному возрастанию двигательных возможностей. В ЭГ наблюдали рост показателей при проведении разных двигательных тестов, средние тестовые значения улучшились в 1,30–1,48 раза по сравнению с исходными данными. Улучшение результатов в ЭГ статистически достоверно отличалось от результатов КГ. У детей КГ результаты в среднем улучшились менее чем на 10% под влиянием ЛФК, в ЭГ — на 30–40%. Сделан вывод, что применение технологий виртуальной реальности способствует оптимизации нейрофизиологических процессов в корковых зонах двигательного анализатора, повышению адаптации к двигательным нагрузкам.

Ключевые слова: ДЦП, игровая деятельность, технологии виртуальной реальности, двигательные упражнения, адаптация

Информация о вкладе авторов: В. В. Горелик — концепция и дизайн исследования; С. Н. Филиппова — написание текста, редактирование, статистическая обработка; В. С. Беляев — редактирование рукописи; Е. В. Карлова — сбор и обработка материала, статистическая обработка.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено локальным этическим комитетом Тольяттинского государственного университета (протокол № 3 от 10 сентября 2018 г.). На участие в эксперименте для всех детей получено добровольное информированное согласие от их родителей.

✉ **Для корреспонденции:** Виктор Владимирович Горелик
ул. Белорусская, 14, г. Тольятти, Самарская обл., 445020; lecgoy@list.ru

Статья получена: 19.07.2019 **Статья принята к печати:** 04.08.2019 **Опубликована онлайн:** 17.08.2019

DOI: 10.24075/vrgmu.2019.051

EFFICIENCY OF IMAGE VISUALIZATION SIMULATOR TECHNOLOGY FOR PHYSICAL REHABILITATION OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY THROUGH PLAY

Gorelik VV¹✉, Filippova SN², Belyaev VS³, Karlova EV⁴

¹ Togliatti State University, Togliatti, Russia

² Russian State Social University, Klin, Russia

³ Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

⁴ FGBUZ MRTs Sergievsky Mineral Waters of FMBA, Samara Region, Russia

The number of children born with cerebral palsy (CP) remains stably high. Novel approaches for rehabilitation of such patients are being sought. This study aimed to define the efficiency of the image visualization technologies in play activity for the physical rehabilitation of children with cerebral palsy. Sixteen boys with spastic diplegia aged 7–9 participated in the study. They were divided into treatment group (TG) and control group (CG), 8 children each. The TG patients were trained using the virtual reality based Krisaf training simulator twice a week for 40 minutes during 8 months. The child was suspended in the horizontal position and looked at the monitor through the specialised eyeglasses. Under the conditions of the marine environment immersion simulation with reduced gravity children performed motor tasks through play: searched for treasures, competed with dolphins etc. The CG patients attended the physical therapy lessons. Rehabilitation lessons using the virtual reality based Krisaf training simulator for children affected with spastic cerebral palsy led to a significant improvement of motor skills. Various motion tests showed an improvement over baseline, the average indicators increased 1.30–1.48 times. The difference between TG and CG results was statistically significant. In the CG referred to physical therapy the indicators increase was less than 10%, in the TG the increase reached 30–40%. It was concluded that the use of virtual reality based technologies promotes the optimization of neurophysiological processes in the motor analyzer cortical areas and better adaptation to motor loads.

Keywords: cerebral palsy, game situations, virtual reality technologies, motor actions, adaptation

Author contribution: Gorelik VV — study concept and design; Filippova SN — text writing and editing, statistical analysis; Belyaev VS — manuscript editing; Karlova EV — data acquisition and processing, statistical analysis.

Compliance with ethical standards: this study was approved by the Ethics Committee of Togliatti State University (protocol № 3 dated September 10, 2018). Parents of the children submitted the informed consent forms allowing their children to participate in the study.

✉ **Correspondence should be addressed:** Viktor V. Gorelik
Belorusskaya 14, Togliatti, 445020; lecgoy@list.ru

Received: 19.07.2019 **Accepted:** 04.08.2019 **Published online:** 17.08.2019

DOI: 10.24075/brsmu.2019.051

По данным статистики, в России на фоне нестабильного уровня рождаемости по регионам увеличивается общая заболеваемость новорожденных детей. В 2018 г. в России около 8 детей из 1000 родились с диагнозом «детский церебральный паралич» (ДЦП), тенденция роста заболеваемости ранее регистрировали специалисты ВОЗ [1, 2].

ДЦП относится к полиэтиологическим патологиям, входит в группу заболеваний неврологического профиля и отличается многообразием патогенетических форм. Патология проявляется неврологическими симптомами, возникающими в результате поражения корковых отделов, а также мозжечковой области головного мозга. Ранний дебют заболевания и неэффективная диагностика приводят к преобладанию тяжелых форм структурно-функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата: поддержания вертикальной позы, равновесия и тонуса мышечной системы [3–6]. Мышечный тонус (МТ) и его регуляцию относят к определяющим факторам произвольной двигательной активности человека. При ДЦП наблюдают различные мышечные нарушения: спазмированность, гипертонус, ригидность, гипотонус, дистония, атония [7–9].

Спастические формы ДЦП, проявляющиеся повышением МТ, доминируют по частоте распространения среди форм ДЦП. У больных мышцы чрезмерно напряжены вследствие повреждения пирамидной проводящей системы. При повышении МТ можно наблюдать деформации конечностей и сгибательные контрактуры (снижение объема пассивных движений в суставах). Спастика характерна для спастической диплегии и гемипаретической формы ДЦП [10–14]. Несмотря на распространенность ДЦП как тяжелой патологии, нарушающей психофизическую и социальную адаптацию пациентов, в реабилитации детей младшего школьного возраста существует дефицит методик, основанных на учете возрастной психофизиологической специфики больного ребенка [15–18]. Ведется поиск новых комплексных и интегративных подходов к реабилитации пациентов, включающих лечение сопутствующих патологий (эпилепсии, соматических болезней), медикаментозного и хирургического устранения спастики и органических повреждений мышц. Нам представляется перспективным разрабатывать методики воздействия на адаптационные механизмы и резервы организма детей возраста раннего и первого детства, активизации психофизиологических регуляторных механизмов двигательного анализатора, оптимизации эмоциональных процессов с учетом возрастных потребностей в игровой деятельности и мотивации двигательной активности.

Физическая реабилитация детей с ДЦП для достижения коррекционно-развивающих результатов должна быть основана на выборе эффективных средств воздействия на больного ребенка [19–21]. Особенно важно учитывать возрастную психофизиологическую специфику таких детей, чтобы создать оптимальные условия для формирования двигательных навыков у детей-инвалидов и повысить результативность процесса их реабилитации [22, 23].

У детей с ДЦП вырабатываются индивидуальные, принципиально отличные от формирующихся в процессе нормального онтогенеза, иерархические регуляторные системы двигательного анализатора, обеспечивающие выполнение произвольных и непроизвольных движений [10–17].

Известно, что двигательная активность является одной из основных физиологических составляющих нормального формирования и развития организма ребенка. Снижение двигательной активности приводит

к нарушению функционирования костно-мышечного аппарата, вызывающему изменения функций вегетососудистой и дыхательной систем, нарушение обменных процессов, снижение работоспособности [8, 18].

В основе любого движения лежит «пространственное чувство». Поступающую через сенсорную систему информацию мозг обрабатывает и использует для формирования локомоторных движений. При ДЦП у детей происходит аномальное развитие сенсорной системы, на поступающую информацию возникает неадекватная реакция, замедляется развитие локомоторных движений [16].

Нарушение моторного развития при ДЦП происходит как следствие расстройства регуляторных воздействий на мышечную систему со стороны корковых отделов двигательного анализатора, который является высшим центром управления функциями всей мышечной системы (МС) организма человека. В речевой деятельности двигательный компонент участвует в виде речедвигательных актов, поэтому ДЦП очень часто сопровождается нарушением речи пациентов [19].

Для пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата и неврологическими заболеваниями характерно формирование измененных двигательных стереотипов, патологически неверных движений. Они формируются вследствие стремления больных снизить болевые ощущения или компенсировать слабую работу гипотоничных мышц [20]. Это приводит к смещению центра тяжести и неправильной походке, что усугубляет течение болезни, поэтому в процессе реабилитации стоит задача коррекции патологических двигательных стереотипов. Тренажер «Крисаф» регистрирует силу давления тела по всей площади (в положении лежа) и позволяет обнаружить данные проблемы на ранней стадии и успешно устранить их. Для выявления его реабилитационных возможностей был проведен педагогический эксперимент (ПЭ) с применением тренажера «Крисаф» на этапе формирующих реабилитационных воздействий.

Целью исследования было определить реабилитационные возможности технологии игровой деятельности с визуализацией образов на базе аппаратно-программного комплекса «Крисаф» в процессе комплексной физической реабилитации больных ДЦП детского возраста (7–9 лет) со спастическими формами нарушения двигательных функций.

Задачи исследования: 1) оценить исходный уровень двигательных функций у детей со спастической формой ДЦП в возрасте 7–9 лет; 2) экспериментально определить эффективность применения технологий виртуальной реальности тренажера «Крисаф» для развития двигательных функций у детей со спастической формой ДЦП в возрасте 7–9 лет; 3) проанализировать реабилитирующие факторы технологии «виртуальной реальности» при игровой деятельности и их возможное влияние на различные виды двигательных навыков детей, больных ДЦП.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Организация исследования и методы диагностики состояния мышечной системы у детей 7–9 лет с диагнозом ДЦП

Исследование проходило в течение 8 месяцев (с сентября 2018 г. по апрель 2019 г.) на базе ФГБУЗ МРЦ Сергиевские минеральные воды ФМБА России. В нем участвовало 16 мальчиков с ДЦП в возрасте 7–9 лет. Критерии включения в исследование: дети с ДЦП (спастическая диплегия);

дети одного пола; дети сходного возраста, соотношения роста и массы тела. Все участники исследования были разделены на две группы (по 8 детей): экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ). В ЭГ занятия проходили на тренажере виртуальной реальности «Крисаф» по 2 раза в неделю по 40 мин в течение 8 месяцев и 2 раза в неделю дети занимались лечебной физкультурой (ЛФК). Дети в КГ занимались только ЛФК 2 раза в неделю.

Критерии исключения: наличие острых инфекционных заболеваний; наличие иных медицинских противопоказаний к занятиям ЛФК. Физические показатели детей ЭГ и КГ были сходными.

Педагогический эксперимент (ПЭ)

ПЭ проводили в период с сентября 2018 г. по апрель 2019 г., он включал констатирующий, формирующий и контрольный этапы.

1. На *констатирующем этапе* выполняли диагностику исходных показателей состояния мышечной системы у детей с диагнозом ДЦП 7–9 лет.

2. На *формирующем этапе* дети ЭГ занимались на тренажере «Крисаф» с элементами технологии виртуальной реальности и 2 раза в неделю ЛФК, а дети КГ занимались с инструктором по стандартной программе ЛФК для реабилитации детей с ДЦП.

3. На *контрольном этапе* ПЭ проводили итоговые измерения показателей методами, аналогичными использованным в начале ПЭ.

Двигательные тесты

Измерение двигательных возможностей детей с ДЦП проводили с помощью комплекса двигательных тестов, позволяющих определить состояние опорно-двигательного аппарата и мышечной системы у детей.

1. Оценка статической выносливости мышц спины

Удержание головы из положения лежа на спине.

Исходное положение: лежа на спине. Инструктор берет ребенка за запястья и приподнимает его. Ребенок должен поднять голову и удерживать ее в этом положении. Результат фиксируют в секундах.

Удержание головы из положения лежа на животе.

Исходное положение: лежа на животе, руки согнуты в локтевых суставах и находятся на уровне плеч. Ребенок выпрямляет руки и поднимает голову. Результат фиксируют в секундах.

2. Оценка скоростно-силовой выносливости мышц брюшного пресса

Подъем туловища из положения лежа на спине.

Исходное положение: лежа на спине; инструктор фиксирует ноги, согнутые в коленных суставах. Ребенок самостоятельно поднимается из исходного положения и касается грудью колен. Результат фиксируют в количестве повторений.

3. Оценка скоростно-силовой выносливости мышц рук

Сгибание и разгибание рук.

Исходное положение: сидя на стуле. Ребенок свешивает кисти рук с подлокотников. Необходимо поочередно

сгибать и разгибать правую и левую кисти по 10 раз. Результат фиксируют в секундах, в норме ребенок должен уложиться за 12–15 с.

Сгибание пальцев в «колечко».

Исходное положение: сидя на стуле. Ребенок поочередно должен коснуться большим пальцем каждого последующего пальца, образуя колечко. Результат фиксируют в секундах.

4. Оценка скоростно-силовой выносливости мышц ног

Подъем ног.

Исходное положение: лежа на спине. Ребенок поочередно поднимает ноги и сгибает их в коленном суставе. Результат фиксируют в секундах.

Статистическая обработка

Результаты исследования обрабатывали с использованием методов математической статистики: одновыборочного критерия оценки нормальности распределения Колмогорова–Смирнова и параметрического *t*-критерия Стьюдента. Статистическую значимость различий определяли на уровне $p < 0,05$.

Применение критерия Колмогорова–Смирнова к полученным данным выявило распределение исследуемых переменных в границах нормальности, что позволило в дальнейшем использовать параметрический *t*-критерий Стьюдента для связанных и несвязанных выборок.

Результаты экспериментального исследования обрабатывали с помощью программы SPSS 17.0 for Windows (IBM; США).

Метод формирующих воздействий на детей 7–9 лет с диагнозом ДЦП с использованием тренажера «Крисаф»

В работе для формирующих воздействий в ПЭ использовали тренажер «Крисаф» (производство ООО «Крисаф»; Россия), с помощью которого происходит имитация движений больного ДЦП ребенка в водной среде [4, 21].

Тренажер «Крисаф» с помощью изображений, выведенных на монитор, образуют *целостные визуальные образы*; аудиосигналы, передаваемые через наушники, направляют пациента на корректировку своих двигательных действий. Благодаря этому можно тренировать правильное выполнение движений и формировать новые, приближенные к нормальным, двигательные стереотипы.

Физическая реабилитация детей с ДЦП — трудоемкий и сложный процесс, требующий значительных усилий медицинского персонала и инструкторов ЛФК. Происходит моделирование виртуальной реальности, имитирующей «погружение» ребенка в игровую водную среду. Игровая ситуация побуждает ребенка к двигательной активности, состоящей в имитации движений в водной среде, при этом ребенка удерживает специальная пневматическая система, что обеспечивает состояние пониженных гравитационных воздействий. В данном состоянии ребенок может более точно выполнять движения при ослабленной мышечной силе и нарушении координации вследствие ДЦП. В основе двигательной работы пациента с использованием тренажера лежит выполнение им волнообразных движений, чем-то напоминающих движения дельфина [22, 23]. Важна игровая ситуация, поскольку игровая деятельность является ведущей для маленьких пациентов.

Тренажер «Крисаф» у детей с ДЦП: а) улучшает восприятие информации и качество выполнения произвольных движений за счет визуализации образов; б) активизирует функции правого полушария элементами виртуальной реальности, облегчает выполнение движений за счет понижения гравитации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На констатирующем этапе исследования было проведено предварительное тестирование, чтобы определить исходный уровень развития двигательных навыков детей с ДЦП (табл. 1).

По результатам исходного тестирования можно заключить, что между исследуемыми группами нет достоверных различий в показателях развития двигательных характеристик детей с диагнозом ДЦП.

После проведения курса занятий с использованием моделируемых на тренажере «Крисаф» технологий виртуальной реальности для выявления их эффективности в процессе физической реабилитации детей с ДЦП было проведено контрольное тестирование обеих групп (табл. 2).

В результате проведенного повторного обследования с помощью двигательных тестов на контрольном этапе ПЭ была выявлена выраженная положительная динамика результатов в ЭГ и незначительные изменения показателей в КГ. Между контрольной и экспериментальной группами обнаружены достоверные различия полученных результатов. На рис. 1 и 2 представлены результаты тестов удержания головы из положения лежа на спине и удержания головы из положения лежа на животе в КГ и ЭГ до и после исследования.

Время удержания головы у детей в ЭГ возросло на 9 с (на спине) и 8,5 с (на животе), что соответствует возрастанию на 32% силовых возможностей и выносливости мышц верхнего плечевого пояса (ВПП) у детей с ДЦП. Это важно для нормализации функций верхних конечностей, кроме того, повышение активности этих мышечных групп

способствует улучшению кровоснабжения головного мозга. В КГ прирост силовых качеств мышц ВПП составил 3,8% (на спине) и 7% (на животе), различия с исходными результатами тестов не были статистически достоверными. Таким образом, можно утверждать, что использование тренажерных технологий виртуальной реальности эффективно для реабилитационных занятий с детьми 7–9 лет при спастической форме ДЦП. Такая выраженная эффективность занятий связана с активизацией нейрофизиологических механизмов правого полушария и повышением адаптационных возможностей организма [14, 17].

На рис. 3 представлены результаты двигательного теста с подъемом туловища из положения лежа на спине.

Результаты теста с подъемом туловища из положения лежа на спине показывают, что сила мышц спины и живота в ЭГ достоверно возросла в 1,9 раза после тренажерных занятий по сравнению с исходными данными, т. е. с 7,6 до 14,6 движений, тогда как в КГ силовые качества этих мышц практически не изменились. Эти данные служат косвенным подтверждением улучшения двигательных навыков и адаптационных механизмов у детей 7–9 лет со спастической формой ДЦП, свидетельствуют о хорошем реабилитационном эффекте воздействия тренажера «Крисаф» с технологией виртуальной реальности.

На рис. 4 и 5 представлены результаты двигательных тестов на сгибание и разгибание рук и сгибание пальцев в «колечко».

Скоростные качества мышц верхнего плечевого пояса, мышц сгибателей-разгибателей верхних конечностей, а также мышц мелкой моторики пальцев рук возросли в ЭГ после реабилитационных занятий на тренажере «Крисаф». Для мышц ВПП время выполнения теста сократилось на 6,3 с (35%), а в КГ на 2,2 с (11%). Мелкая моторика рук в ЭГ также улучшилась — время выполнения теста сократилось на 5,8 с (29%), а в КГ на 0,3 с (1,5%). Это свидетельствует о благоприятных условиях, которые возникают при визуализации образов для тренировочных

Таблица 1. Результаты тестирования состояния опорно-двигательного аппарата детей с ДЦП 7–9 лет на констатирующем этапе ПЭ

№ п/п	Тесты	ЭГ М ± m	КГ М ± m	t-критерий Стьюдента
1	Удержание головы из положения лежа на спине (с)	19,7 ± 2,7	20,6 ± 2,6	0,7
2	Удержание головы из положения лежа на животе (с)	17,4 ± 2,1	16,9 ± 2,04	0,34
3	Подъем туловища из положения лежа на спине (кол-во раз)	7,6 ± 1,4	7,3 ± 1,8	0,13
4	Сгибание и разгибание рук (с)	18,7 ± 2,8	19,9 ± 2,65	0,4
5	Сгибание пальцев в «колечко» (с)	20,2 ± 3,1	19,6 ± 2,9	0,32
6	Подъем ног (с)	15,5 ± 2,4	15,5 ± 2,4	0,12

Примечание: М — среднее арифметическое; m — ошибка среднего; p — достоверность различий между результатами ЭГ и КГ; результаты в группах не имеют статистически достоверных различий ($p > 0,05$).

Таблица 2. Результаты повторного тестирования состояния опорно-двигательного аппарата у детей 7–9 лет с ДЦП на контрольном этапе ПЭ

№ п/п	Тесты	ЭГ М ± m	КГ М ± m	t-критерий Стьюдента
1	Удержание головы из положения лежа на спине (с)	28,7 ± 3,8*	21,4 ± 3,6	2,4
2	Удержание головы из положения лежа на животе (с)	25,9 ± 2,76*	18,9 ± 2,5	2,54
3	Подъем туловища из положения лежа на спине (количество раз)	14,6 ± 2,1*	8,4 ± 1,5	3,13
4	Сгибание и разгибание рук (с)	12,4 ± 1,32*	17,7 ± 1,7	3,1
5	Сгибание пальцев в «колечко» (с)	14,4 ± 2,9*	18,6 ± 3,1	2,5
6	Подъем ног (с)	22,9 ± 2,36*	16,7 ± 2,4	3,03

Примечание: М — среднее арифметическое; m — ошибка среднего; ЭГ — экспериментальная группа; КГ — контрольная группа; * — достоверные различия между результатами ЭГ и КГ, $p < 0,05$.

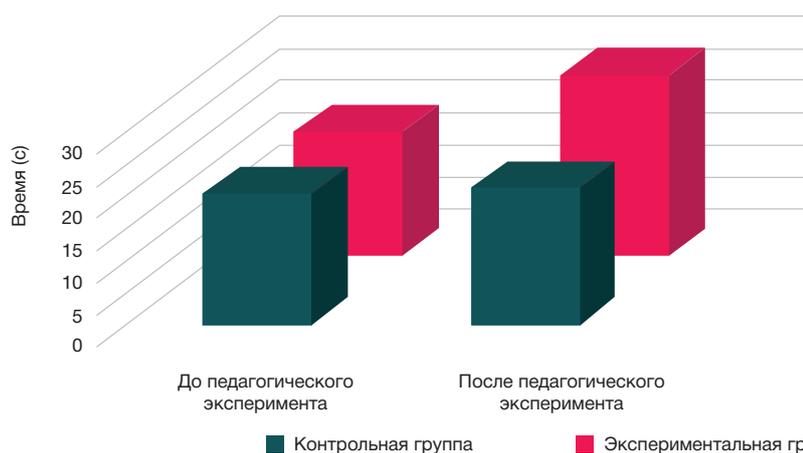


Рис. 1. Сравнительные данные двигательного теста «удержание головы из положения лежа на спине» детей с ДЦП 7–9 лет КГ и ЭГ на контрольном этапе ПЭ

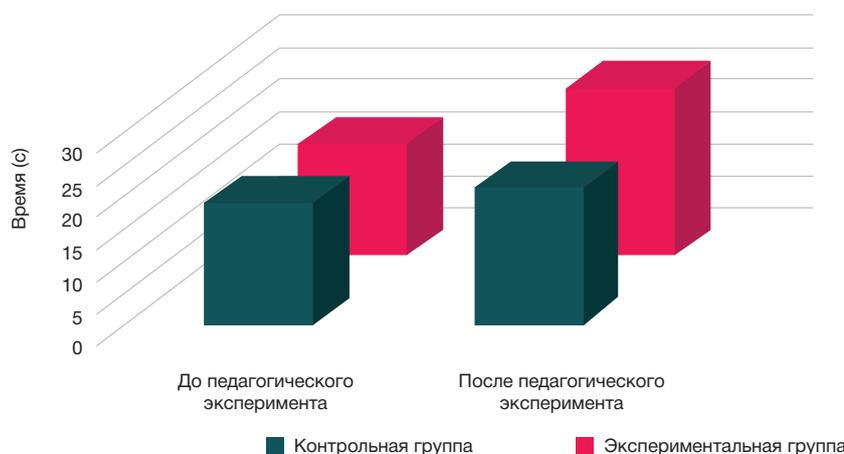


Рис. 2. Сравнительные данные двигательного теста «удержание головы из положения лежа на животе» детей с ДЦП 7–9 лет КГ и ЭГ на контрольном этапе ПЭ

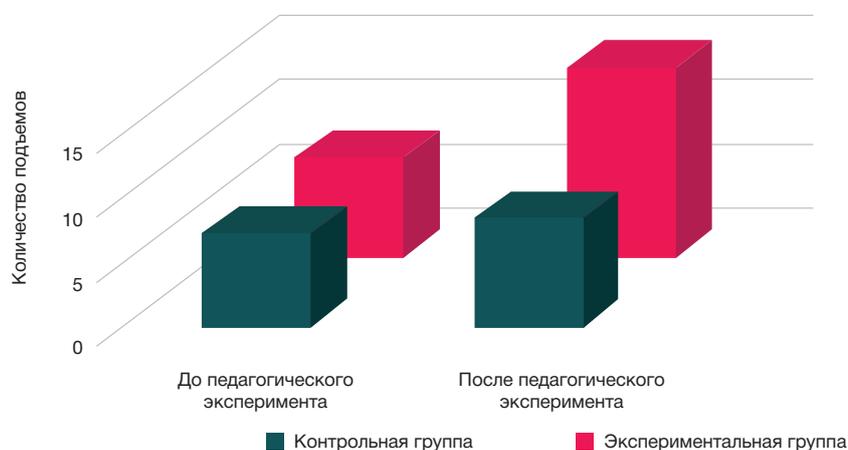


Рис. 3. Результаты двигательного теста «подъем туловища из положения лежа на спине» детей с ДЦП 7–9 лет КГ и ЭГ на контрольном этапе ПЭ

упражнений, по сравнению с вербальными командами и указаниями методистов ЛФК для детей возраста 7–9 лет, у которых речевые функции формируются с задержкой из-за речедвигательных нарушений. Улучшение мелкой моторики рук детей с ДЦП под влиянием реабилитации с элементами визуализации связано с активацией корковых зон двигательного анализатора, при этом возрастает скорость выполнения мелких дифференцированных движений пальцев рук.

На рис. 6 представлены данные по двигательному тесту «удержание ног в поднятом положении» у детей 7–9 лет с ДЦП.

При определении скоростно-силовых качеств мышц нижних конечностей видно, что средний результат увеличился

в ЭГ — на 7,4 с (33%), а в КГ — на 1,2 с (6%). Эти данные указывают на эффективность реабилитационных мероприятий у детей со спастической формой ДЦП с применением технологии «визуализации образов» на тренажере «Крисаф». Увеличение двигательных возможностей нижних конечностей у таких пациентов свидетельствует о тенденции к улучшению нейрофизиологических процессов в корковых зонах двигательного анализатора, повышению адаптации к двигательным нагрузкам при возрастании сбалансированности функций правого полушария с помощью метода визуализации образов.

Таким образом, при сравнении показателей ЭГ и КГ на контрольном этапе ПЭ были выявлены достоверные

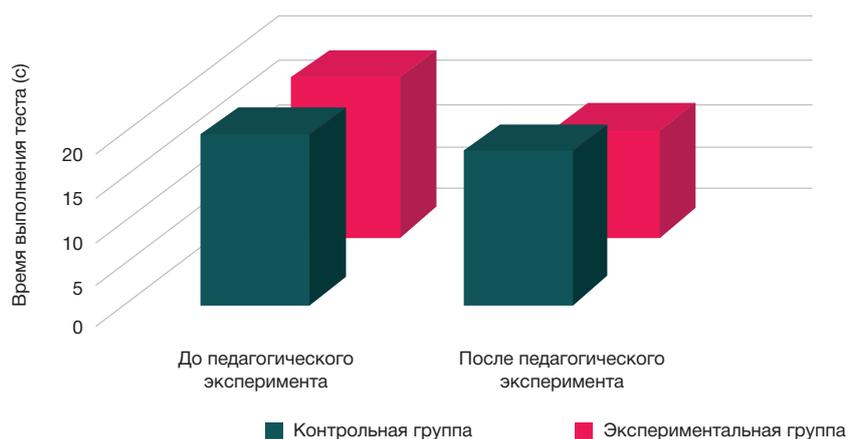


Рис. 4. Результаты двигательного теста «сгибание и разгибание рук» детей с ДЦП 7–9 лет КГ и ЭГ на контрольном этапе ПЭ

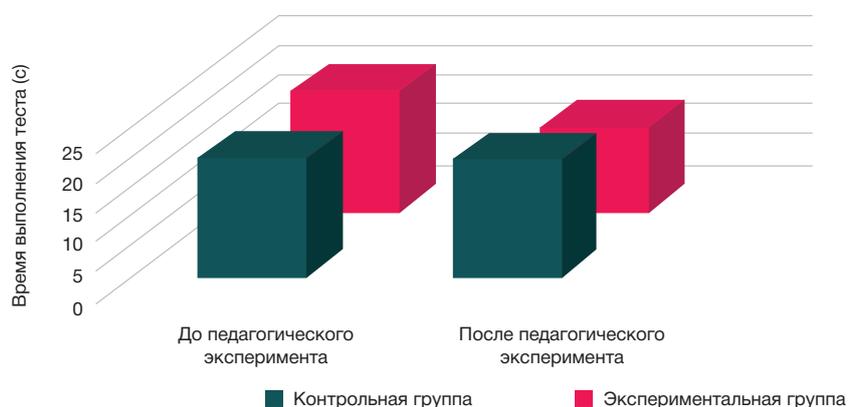


Рис. 5. Результаты двигательного теста «сгибание пальцев в "чашечку"» детей с ДЦП 7–9 лет КГ и ЭГ на контрольном этапе ПЭ

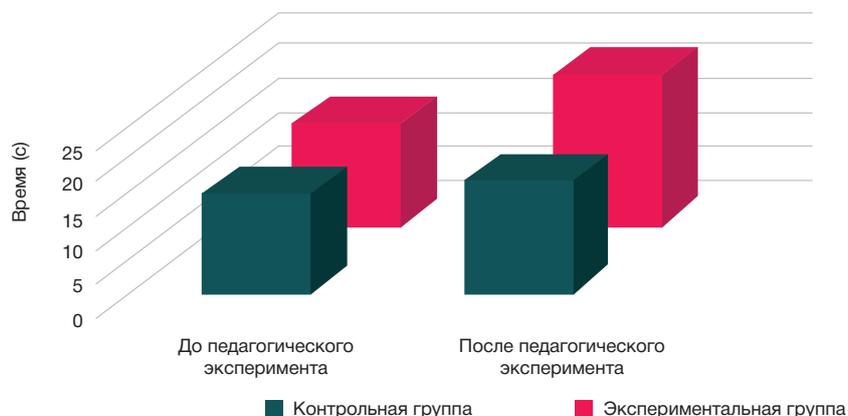


Рис. 6. Результаты двигательного теста «удержание ног в поднятом положении» детей с ДЦП 7–9 лет КГ и ЭГ на контрольном этапе ПЭ

улучшения показателей в ЭГ, значительно превышающие улучшения в КГ. Эти различия обусловлены тем, что в занятия экспериментальной группы были внедрены технологии виртуальной реальности, в то время как КГ занималась по стандартной программе ЛФК.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенные исследования показали, что механизмы влияния технологий виртуальной реальности как на управляющие, так и на исполнительные звенья двигательного анализатора изучены недостаточно. Можно предположить, что погружение детей в условия пониженных гравитационных воздействий и в виртуальную реальность водной среды способствует релаксации, непроизвольному расслаблению всех мышц, как это

происходит при реальном погружении в воду. При помощи комплексного нейрофизиологического и сенсорного воздействия тренажера мышцы начинали работать и улучшалась сомато-сенсорная интеграция, что повышало эффективность занятий и улучшало реабилитацию детей с ДЦП.

Стимуляция активности правого полушария визуальными образами, более доступными для понимания детей 7–9 лет с диагнозом ДЦП, чем вербальные инструкции методиста, облегчает выполнение ими упражнений [19]. К тому же могут активироваться адаптационные механизмы организма, ассоциированные с правым полушарием [17]. Положительные эмоции от занятий в игровой форме способствуют расслаблению спазмированных мышц [3]. Таким образом, воздействие тренажера «Крисаф» с технологией виртуальной реальности на

различные нейрофизиологические и сенсорные механизмы имеет интегративное реабилитирующее воздействие на психофизическое состояние детей 7–9 лет со спастической формой ДЦП. Это свидетельствует о благоприятных условиях для выполнения двигательных упражнений детьми с ДЦП при визуализации образов по сравнению с вербальными указаниями методистов ЛФК. Поскольку дети с ДЦП в возрасте 7–9 лет зачастую отстают в речевом развитии и им трудно понимать смысл речевых инструкций, коммуникация инструктор–пациент нарушается. С помощью образов взаимопонимание и взаимодействие восстанавливаются.

В настоящее время тренажерные методы привлекают пристальное внимание исследователей даже в такой сложной области их применения, как реабилитация детей с различными формами ДЦП. Новые виды тренажеров для этих целей разрабатывают с учетом последних достижений в научном понимании патогенеза заболеваний, в том числе ДЦП. В то же время практика применения и исследования с применением тренажерных методов дают ценный научный материал для понимания механизмов коррекции и реабилитации организма больного человека.

Использованный в настоящей работе тренажер с методом визуализации образов и создания виртуальной реальности удовлетворяет потребность ребенка 7–9 лет в важной для этого возраста игровой деятельности. Тренажер помогает воздействовать как на регуляторные нейропатологические, психопатологические, так и на исполнительные звенья двигательного анализатора, психологические процессы и качество жизни реабилитируемых детей.

Полученные в данной работе результаты выраженного улучшения состояния мышечно-двигательной системы

детей с помощью технологии виртуальной реальности открывают перспективы дальнейшего более углубленного исследования регуляторных механизмов общих и индивидуальных восстановительных процессов у детей с ДЦП.

ВЫВОДЫ

1. Реабилитационные занятия детей со спастической формой ДЦП на тренажере «Крисаф» с элементами технологии «виртуальной реальности» приводили к значительному (в 1,3–1,5 раза) возрастанию двигательных возможностей детей 7–9 лет со спастической формой ДЦП.
2. Значительно возросли показатели силы и выносливости мышц верхнего плечевого пояса и нижних конечностей, что свидетельствует об эффективности реабилитации тренажером «Крисаф» с использованием технологии визуализации образов. Силовая выносливость мышц спины и живота в ЭГ возросла в 1,9 раза, повысилась адаптация к двигательным нагрузкам, тогда как в КГ эти характеристики изменились незначительно.
3. После занятий на тренажере с образной визуализацией возросла скорость движений в верхних конечностях, улучшилась мелкая моторика рук. Улучшение мелкой моторики рук детей с ДЦП свидетельствует о большей сбалансированности нейрофизиологических процессов в корковых зонах двигательного анализатора.
4. Полученная положительная динамика двигательных возможностей детей с ДЦП при использовании в реабилитационных целях инновационных технологий виртуальной реальности свидетельствует об оптимизации нейрофизиологических процессов в корковых зонах двигательного анализатора, повышении адаптации к двигательным нагрузкам.

Литература

1. Головач М. В. Современные тенденции роста детского церебрального паралича. Материалы Первого Международного конгресса «Проблемы комплексной реабилитации детей, страдающих детским церебральным параличом» 2–3 марта 2006. М., 2006; 37–8.
2. Шалина О. С., Журавлева О. С. Исследование особенностей соматосенсорной интеграции у детей с детским церебральным параличом. VIII междисциплинарный научно-практический конгресс с международным участием «Детский церебральный паралич и другие нарушения движения у детей». Материалы конгресса. М., 2018; 128–9.
3. Малкова Е. Е. Проблема повышения эффективности системы медико-психолого-социальной реабилитации детей с ДЦП. VIII междисциплинарный научно-практический конгресс с международным участием «Детский церебральный паралич и другие нарушения движения у детей». Материалы конгресса. М., 2018; 96–7.
4. Микадзе Ю. В. Нейропсихология детского возраста: учебное пособие. СПб.: Питер, 2013; 288 с.
5. Иванова Е. В., Никитина Д. Н. Основные принципы и аспекты использования лечебной физической культуры в комплексной реабилитации детей и подростков с ДЦП. В сборнике: Исследование различных направлений психологии и педагогики. Сборник статей Международной научно-практической конференции. М., 2018; 69–72.
6. Блюм Е. Э., Блюм Н. Э., Антонов А. Р. К вопросу реабилитации детей, страдающих детским церебральным параличом (ДЦП). Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2004; (1): 96–9.
7. Баранов А. А., Ключкова О. А., Куренков А. Л. и др. Роль пластичности головного мозга в функциональной адаптации организма при церебральном параличе с поражением рук. Педиатрическая фармакология. 2013; (9): 6–11.
8. Быкова О. В., Платонова А. Н., Балканская С. В., Батышева Т. Т. Детский церебральный паралич и эпилепсия: подходы к лечению и реабилитации. Журнал неврологии и психиатрии. 2014; (7): 25–34.
9. Власенко С. В., Голубова Т. Ф. Особенности коррекции спастических контрактур, сочетающихся с изменением мышц конечностей у больных ДЦП. В сборнике: VIII междисциплинарный научно-практический конгресс с международным участием «Детский церебральный паралич и другие нарушения движения у детей». Материалы конгресса. М., 2018; 52–3.
10. Бадалян Л. О. Детские церебральные параличи. М.: Медиа, 2015; 983 с.
11. Банди А., Лейн Ш., Мюррей Э. Сенсорная интеграция. Теория и практика. М.: Теревинф, 2018; 768 с.
12. Хлынов Д. Ю., Филиппова С. Н. Стретчинг: перспективы применения для оздоровления и реабилитации населения. М.: Телер, 2019; 139 с.
13. Новикова Т. В. Физическая реабилитация детей 8–12 лет с ДЦП в форме спастической диплегии. В сборнике: Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. М., 2017; 162–6.
14. Федина Р. Г., Филиппова С. Н. Нейрофизиологические и гормонально-регуляторные детерминанты адаптации населения РФ в экстремальных и субэкстремальных климатических регионах. В сборнике: XIV Международный Междисциплинарный Конгресс «Нейронаука для медицины и психологии. Материалы конгресса 30 мая — 10 июня 2018.

- Судак: Крым, 2018; 471.
15. Воронин Д. М., Чайченко М. В. Технологии использования физической реабилитации при восстановлении детей с ДЦП. Проблемы современного педагогического образования. 2019; 63 (2): 95–9.
 16. Корсакова Е. А. Роль вертикализации и ортопедической коррекции в медицинской реабилитации детей с ДЦП. Вестник физиотерапии и курортологии. 2015; 21 (2): 133а–133.
 17. Филиппова С. Н., Егозина В. И., Матвеев Ю. А. Физическая реабилитация детей с диагнозом ДЦП на основе определения скорости формирования церебральных моторных программ. Культура физическая и здоровье. 2017; (1): 7–11.
 18. Абасов Р. Г., Горелик В. В. Особенности координационных способностей детей ДЦП в возрасте 10–12 лет при занятии мини футболом. Сборник. Проблемы и перспективы физического воспитания, спортивной тренировки и адаптивной физической культуры материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Казань: ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 2018; 788–92.
 19. Лобастова И. В. Влияние физической реабилитации на развитие когнитивной сферы у детей с ДЦП. Сибирский психологический журнал. 2010; (36): 59–61.
 20. Галиева Г. Ю., Панченко Т. Н., Валуева И. В. и др. Современные подходы и методы физической терапии в реабилитации детей с ДЦП в условиях клинического психоневрологического санатория. 2018; (17): 72–5.
 21. Баранов А. А., Намазова-Баранова Л. С., Кузенкова Л. М. и др. Детский церебральный паралич у детей. Клинические рекомендации. Министерство здравоохранения РФ, Союз педиатров России. М., 2016; 478 с.
 22. Добрынина Е. А. Физическая реабилитация детей с ДЦП. Вестник науки и образования. 2018; 1; 4 (40): 109–10.
 23. Троска З. А., Шершнев О. А. Совершенствование профессиональной реабилитации детей, больных ДЦП. Ученые записки Российского государственного социального университета. 2015; 14 (3): 156–67.

References

1. Golovach MV. Modern trends in the growth of cerebral palsy. Materials of the First International Congress "Problems of complex rehabilitation of children suffering from cerebral palsy". March 2–3, 2006. M., 2006; 37–8.
2. Shalina OS, Zhuravleva OS. Study of somatosensory integration in children with cerebral palsy. VIII interdisciplinary scientific and practical Congress with international participation "Cerebral palsy and other movement disorders in children". The proceedings of the Congress. M., 2018; p. 128–9.
3. Malkova EE. the Problem of improving the effectiveness of the system of medical, psychological and social rehabilitation of children with cerebral palsy. VIII interdisciplinary scientific and practical Congress with international participation "Cerebral palsy and other movement disorders in children". The proceedings of the Congress. M., 2018; p. 96–7.
4. Mikadze YuV. Neuropsychology of childhood: textbook. St. Petersburg: Peter, 2013; 288.
5. Ivanova EV, Nikitina DN. Basic principles and aspects of the use of therapeutic physical culture in the comprehensive rehabilitation of children and adolescents with cerebral palsy. In the collection: the Study of various areas of psychology and pedagogy. Collection of articles of the International scientific-practical conference. M., 2018; p. 69–72.
6. Blum EE, Blum NE, Antonov AR. To the issue of rehabilitation of children suffering from cerebral palsy (cerebral palsy). Bulletin of the peoples' friendship University of Russia. Series: Medicine. 2004; (1): 96–9.
7. Baranov AA, Klochkova OA, Kurenkov AL, et al. The Role of brain plasticity in the functional adaptation of the body in cerebral palsy with hand injury. Pediatric pharmacology. 2013; (9): 6–11.
8. Bykova OV, Platonova AN, Balkanskaya SV, Batysheva TT. Children's cerebral palsy and epilepsy: approaches to treatment and rehabilitation. Journal of neurology and psychiatry. 2014; (7): 25–34.
9. Vlasenko SV, Golubova TF. Features of correction of spastic contractures, combined with changes in limb muscles in patients with cerebral palsy. In the collection: VIII interdisciplinary scientific and practical Congress with international participation "Cerebral palsy and other movement disorders in children." The proceedings of the Congress. M., 2018; p. 52–3.
10. Badalyan LO. Children's cerebral palsy. M.: Media, 2015; 983.
11. Bundy A, Lane S, Murray E. Sensory integration. Theory and practice. M.: Terevinf, 2018; 768.
12. Khlynov DYU, Filippova SN. Stretching: prospects of application for improvement and rehabilitation of the population, monograph. M.: Teler, 2019; 139.
13. Novikova TV. Physical rehabilitation of children 8–12 years with cerebral palsy in the form of spastic diplegia. In the collection: Medical physical culture: achievements and prospects of development. Proceedings of the VI all-Russian scientific-practical conference with international participation. M., 2017; p. 162–6.
14. Fedina RG, Filippova SN. Neurophysiological and hormonal-regulatory determinants of adaptation of the Russian population in extreme and sub-extreme climatic regions. In the collection: XIV international Interdisciplinary Congress "Neuroscience for medicine and psychology. The proceedings of the Congress. 30 may — 10 June 2018. Sudak: Crimea, 2018; 471.
15. Voronin DM, Chaychenko MV. Technology, the use of physical rehabilitation in the recovery of children with cerebral palsy. Problems of modern pedagogical education. 2019; 63 (2): 95–9.
16. Korsakov EA. the Role of verticalization and orthopedic correction in medical rehabilitation of children with cerebral palsy. Bulletin of physiotherapy and balneology. 2015; 21 (2): 133a–133.
17. Filippova SN, Egoshina VI, Matveev YuA. Physical rehabilitation of children with cerebral palsy on the basis of determining the rate of formation of the cerebral motor programs. Physical culture and health. 2017; (1): 7–11.
18. Abasov RG, Gorelik VV. Features of coordination abilities of children of cerebral palsy at the age of 10–12 years at occupation by mini football. Collector. Problems and prospects of physical education, sports training and adaptive physical culture materials of the all-Russian conference with international participation. VOLGA region state Academy of physical culture, sports and tourism. Kazan, 2018; 788–92.
19. Lobastova IV. Influence of physical rehabilitation on the development of cognitive sphere in children with cerebral palsy. Siberian psychological journal. 2010; (36): 59–61.
20. Galieva GYu, Panchenko TN, Valueva IV, et al. Modern approaches and methods of physical therapy in rehabilitation of children with cerebral palsy in a clinical psychoneurological sanatorium. 2018; (17): 72–5.
21. Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Kuzenkova LM, et al. Children's cerebral palsy in children. Clinical guidelines. Ministry of health of the Russian Federation, Union of pediatricians of Russia. M., 2016; 478.
22. Dobrynina EA. Physical rehabilitation of children with cerebral palsy. Bulletin of science and education. 2018; 1, 4 (40): 109–10.
23. Troska ZA, Shershnev OA. Improvement of professional rehabilitation of children with cerebral palsy. Scientific notes of the Russian state social University. 2015; 14 (3): 156–67.