

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ МАНУАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

Шалькевич Л. В.

Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

Введение. Имеется необходимость разработки новых методик для реабилитации детей с детским церебральным параличом, в том числе с применением технологий виртуальной реальности.

Цель исследования. Изучить эффективность реабилитационного воздействия на увеличение объема супинации рук у пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича с дополнительным использованием технологий виртуальной реальности.

Материал и методы. Исследование было наблюдательным, ретроспективно-проспективным, когортным, сравнительным. В исследование вошли 58 пациентов детского возраста со спастическими формами ДЦП 2 и 3 уровня по классификации MACS. Реабилитационные мероприятия в комплексе с технологиями виртуальной реальности проводились 30 пациентам, 28 пациентов получали медицинскую реабилитацию без использования реабилитационных мероприятий. Оценка велась через 19 дней с момента начала курса реабилитации.

Результаты. Функция рук в соответствии с классификацией MACS у всех пациентов сохранилась на исходном уровне. Сравнение частоты случаев с динамикой увеличения угла супинации на 5 градусов и более в группах с использованием технологий виртуальной реальности и без нее показало значимые различия: 93,3% (28 случаев) и 35,7% (10 случаев), соответственно, $p_{\text{Кохрейна-Мантель-Ханцеля}} < 0,001$.

Выводы. Использование в комплексной медицинской реабилитации компьютерных 3D технологий и виртуальной реальности в 25 раз повышает шансы на увеличение супинации в руке более чем на 5°, $OR=25,2$ с 95% ДИ [4,94; 128,57].

Ключевые слова: детский церебральный паралич, медицинская реабилитация, виртуальная реальность.

Для цитирования: Шалькевич, Л. В. Эффективность использования технологий виртуальной реальности в комплексной реабилитации мануальной активности у детей с детским церебральным параличом / Л. В. Шалькевич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2020. Т. 18, № 6. С. 716-721. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-6-716-721>.

Введение

В структуре детской инвалидности одно из ведущих мест занимает детский церебральный паралич (ДЦП), включающий широкий спектр клинических, прежде всего двигательных нарушений. По определению, ДЦП представляет собой гетерогенную группу синдромов, возникающих вследствие мультифакториального дигенеза центральной нервной системы с нарушением способности сохранять нормальную позу и выполнять произвольные движения [1, 2].

Из-за патологически формирующихся связей двигательного аппарата у ребенка возникают устойчивые патологические стереотипы движения, которые закрепляются по мере его роста. По данным Министерства здравоохранения Республики Беларусь, в конце 2019 г. в нашей стране диагноз «ДЦП» имели 4417 детей в возрасте от 0 до 17 лет, что составило 2,36 случая на тысячу детского населения. Более половины всех случаев первичной инвалидности у детей вследствие поражения нервной системы составили заболевания перинатального периода, в первую очередь ДЦП. Это определяет данную патологию как значимую медицинскую, социальную и экономическую проблему.

Все используемые подходы к лечению и реабилитации детей с ДЦП являются симптоматическими, направлены в основном на коррекцию имеющихся двигательных нарушений.

Одно из перспективных направлений современной реабилитации – привлечение компьютерных технологий, в частности, создание систем виртуальной реальности [3, 4, 5, 6]. Виртуальная реальность – это генерированная с помощью анимационных компьютерных программ и отображаемая на экране окружающая среда, максимально приближенная к действительности. Ключевой компонент этой технологии – возможность взаимодействия ребенка с виртуальной средой, в которой он сможет участвовать в прописанных сценарием событиях и выполнять, совершенствовать движения, например, манипулировать виртуальными предметами, прыгать, приседать, что позволяет ему оптимизировать навыки самообслуживания. Учитывая возможности и многообразие технологий, генерирующих виртуальную возможность, программ, позволяющих смоделировать разные движения, данный метод может быть использован в педиатрической нейрореабилитации детей с ДЦП для улучшения навыков локомоции.

При помощи виртуальной реальности уже разрабатываются методы лечения взрослых пациентов с двигательными нарушениями после инфарктов, инсультов [7, 8, 9].

По сравнению с традиционными способами восстановительного лечения применение компьютерных технологий и виртуальной реальности в комплексной реабилитации может быть

более эффективным именно в детском возрасте, так как имеется возможность создания программы необходимых упражнений для детей с разными формами и степенью тяжести ДЦП [10]. Одна из важнейших задач мероприятий медицинской реабилитации – улучшение повседневной активности рук, поскольку оптимальная двуручная манипуляция – важный компонент социальной адаптации [11].

Цель исследования – изучить эффективность реабилитационного воздействия на увеличение объема супинации рук у пациентов со спастическими формами ДЦП с дополнительным использованием технологий виртуальной реальности.

Материал и методы

Работа проводилась на базе учреждения здравоохранения «Минский городской центр медицинской реабилитации детей с психоневрологическими заболеваниями» (УЗ «МГЦМР», главный врач – А. Н. Яковлев). Исследование было наблюдательным, ретроспективно-проспективным, когортным, сравнительным.

Верификация патологии у пациентов (нозологическая диагностика ДЦП) проводилась в соответствии с отечественными и международными критериями диагностики данного заболевания [1, 2, 11].

Базовый курс реабилитации проводился согласно Протоколам медицинской реабилитации детей (приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 18 февраля 2011 г. № 172). В комплексной реабилитации детей с ДЦП дополнительно использовали компьютерные технологии и оборудование, разработанное специалистами IT-компании «GkeyLAB» бренда «The Parallel», с таргетной направленностью воздействия на руки для оптимизации двуручной мануальной функции и увеличения объема супинации. Система виртуальной реальности представляла собой шлем виртуальной реальности в сочетании с датчиками движения, зафиксированными на плече и предплечье. Программа создавала оригинально разработанную визуальную среду, в которой ребенку необходимо было совершать движения, направленные на супинацию-пронацию при вращении кисти и предплечья, вызывающие дополнительную сильную психоэмоциональную мотивацию.

Перед проведением реабилитационных мероприятий с использованием системы виртуальной реальности родители или законные представители детей дали информированное согласие на участие в исследовании, одобренное этическим комитетом УЗ «МГЦМР».

Всем детям перед курсом реабилитации было проведено ЭЭГ-исследование для исключения эпилептиформной фотосенситивной реакции.

Для оценки функции рук у детей использовалась специализированная шкала, получившая название «Система классификации мануальных навыков» (Manual Ability Classification System, MACS) [12]:

MACS I – Верхние конечности используются легко и успешно.

MACS II – Ребенок имеет возможность управляться с большинством объектов, однако некоторые действия менее качественны и/или выполняются медленнее.

MACS III – Функциональные возможности затруднены, пациент нуждается в подготовке к действию и/или вынужден модифицировать действие.

MACS IV – Ограниченная функция, возможно удовлетворительное использование конечности в адаптированной ситуации.

MACS V – Практически не функциональная конечность, существенно ограничены даже простые действия.

Перед исследованием и после курса медицинской реабилитации всем пациентам выполнены замеры углов супинации и пронации каждой руки. Пронация и супинация предплечья измерялись гониометром, шкала которого располагалась во фронтальной плоскости, с предплечьем, согнутым до 90°, чтобы исключить влияние движения в плечевом суставе. В норме амплитуда движения составляет почти 180°.

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием системы R, которая была разработана на статистическом факультете Оклендского университета, доступна под лицензией GNU GPL и распространяется в виде исходных кодов и приложений, а также пакета Statistica 7.

В исследование вошли 58 пациентов детского возраста со спастическими формами ДЦП 2 и 3 уровня по классификации MACS. Методом рандомизации сформированы две группы: 1 группа (ВР) – 30 пациентов, которым проводились реабилитационные мероприятия в комплексе с технологиями виртуальной реальности; 2 группа (Р) – 28 пациентов, которым выполнялась аналогичная медицинская реабилитация без названных выше технологий. Формирование основной группы выполнено в соответствии с критериями включения и исключения.

Критерии включения в исследование: возраст пациентов от 6 до 16 лет, наличие спастической формы ДЦП с поражением рук, отсутствие в течение последних 6 месяцев инъекций ботулотоксина типа А в мышцы верхних конечностей, отсутствие фиксированных контрактур в суставах верхних конечностей, прием пероральных миорелаксантов в срок менее чем за 1 месяц до исследования.

Критерии исключения: наличие фотосенситивных эпилептиформных изменений на ЭЭГ, острые воспалительные процессы в организме, отсутствие продуктивного контакта с пациентом.

В зависимости от вида ведущей возрастной деятельности у лиц до 18 лет, определяющего основные проявления жизни ребенка с возможностью медико-социальной оценки, пациенты распределены на следующие возрастные группы: с 6 до 13 и с 14 до 17 лет.

Сформированные группы сопоставимы по численности, полу и возрастному периоду: в основной группе ВР (n=30) – 22 (73,3%) мальчика и 8 (26,7%) девочек; в контрольной группе

P (n=28) – 15 (53,6%) и 13 (46,4%), соответственно, $p_{\text{Кохрейна-Мантель-Ханцеля}} > 0,05$.

Характеристика групп с учетом возрастной группы по виду деятельности представлена в таблице.

Таблица – Характеристика основной (BP) и контрольной групп (P) по численности и возрасту, в соответствии с видом деятельности

Table – Characteristics of main (VR) and control groups (R) by quantity and age, according to activity

| Возрастная группа | BP (n=30) | | P (n=28) | |
|-------------------|-----------|--------|----------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % |
| 6-13 лет | 21 | 70,0% | 24 | 85,7% |
| 14-17 лет | 9 | 30,0% | 4 | 14,3% |
| Общий итог | 30 | 100,0% | 28 | 100,0% |

Отсутствие значимых различий указывает на однородность структуры сравниваемых групп по виду деятельности, $p_{\text{Фишера}} = 0,261$.

Медиана возраста (Me) для общей когорты детей с ДЦП составила 9 лет (Q25=6; Q75=11), с диапазоном размаха от (Q0) 6 до 16 лет (Q100). В группе BP (n=30) Me возраста составила 10,8 года (Q25=7; Q75=14), в группе P (n=28) Me=11 лет (Q25=9; Q75=12), значимых различий по возрасту не установлено ($p_{\text{Уилкоксона-Манна-Уитни}} > 0,05$), данные представлены на рисунке 1.

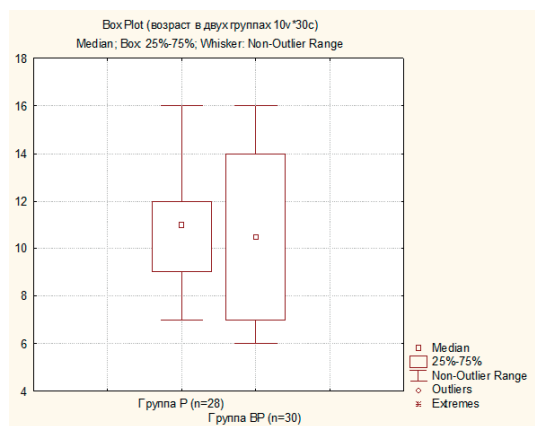


Рисунок 1. – Сравнительная характеристика по возрасту детей с ДЦП в группах при BP (n=30) и P (n=28), годы

Figure 1. – Comparative characteristics by age of children with cerebral palsy in groups with VR (n = 30) and R (n = 28), years

Таким образом, установлено, что сформированные группы сопоставимы по численности, полу, возрасту, частоте перинатальной патологии в анамнезе, диагнозу и степени тяжести, что позволяет оценивать влияние реабилитационных мероприятий на результаты исследования и их эффективность.

Программу коррекции двигательных нарушений составлял врач-реабилитолог, она стан-

дартизирована в соответствии с протоколами реабилитации детей и включала уклады и фиксацию конечностей; индивидуальные занятия с использованием ортопедических укладок, кинезотерапию, эрготерапию, методы физиотерапии (электролечение, теплотечение, магнитотерапия, рефлексотерапия).

Сеансы с использованием технологий виртуальной реальности проводились ежедневно, 2 занятия для адаптации с длительностью 2 минуты, 12 занятий по 5 минут. Продолжительность курса реабилитации составила 19 дней. Замеры углов супинации были выполнены до начала курса реабилитации и по его завершении.

Результаты и обсуждение

Функция рук в соответствии с классификацией MACS у всех пациентов сохранилась на исходном уровне. Проанализирована эффективность выполненных реабилитационных мероприятий по изменению угла супинации в каждой руке отдельно. Выполнен анализ данных замеров супинации в левой руке до реабилитации и после ее завершения в группе BP (n=30) и P (n=28), результаты представлены на рисунке 2.

Установлено, что в группе BP угол супинации в левой руке до начала реабилитации составил (в градусах) Me=62,5° (Q25=45; Q75=70), с последующим увеличением объема движений до Me=76 (Q25=60; Q75=80), ($p_{\text{Крускала-Уоллиса}} < 0,001$). Разница в динамике медиан угла супинации в левой руке составила Me=13 (Q25=10; Q75=15).

В группе P также отмечались положительная динамика и увеличение амплитуды супинации с Me=80° (Q25=75; Q75=84) до Me=85° (Q25=76,5; Q75=86,5), ($p_{\text{Крускала-Уоллиса}} < 0,05$).

Положительная динамика на 5 градусов при спастических формах ДЦП считается значимой при традиционных методах медицинской реабилитации и улучшает манипулятивную функцию рук. В ходе исследования установлено, что амплитуда движений и показатели супинации в левой руке были хуже на этапе начала исследования по сравнению с аналогичными в группе P. Сравнение частоты случаев с динамикой увеличения угла супинации на 5 градусов и более в группах BP и P показало значимые различия: 93,3% (28 случаев) и 35,7% (10 случаев), соответственно, $p_{\text{Кохрейна-Мантель-Ханцеля}} < 0,001$.

Таким образом, использование в комплексной медицинской реабилитации компьютерных 3D технологий и виртуальной реальности в 25 раз повышает шансы на увеличение супинации в руке более чем на 5 градусов OR=25,2 с 95% ДИ [4,94; 128,57].

Аналогичный анализ выполнен для оценки показателей супинации в правой руке. В группе BP у 7 детей отсутствовали нарушения в правой руке, и в группе P у 6 из 28, соответственно. Мероприятия медицинской реабилитации на правую руку проводились 23 детям в группе BP и 22 детям в группе P, результаты представлены на рисунке 3.

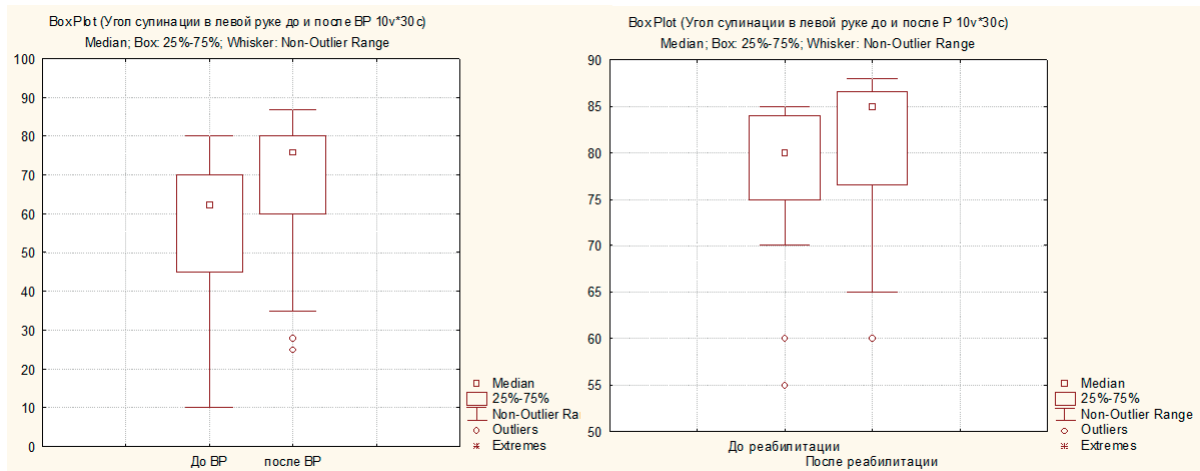


Рисунок 2. – Показатели угла супинации в левой руке до и после реабилитации в группах ВР (n=30) и Р (n=28)
Figure 2. – Left hand supination angle indices before and after rehabilitation in group VR (n=30) and R (n=28)

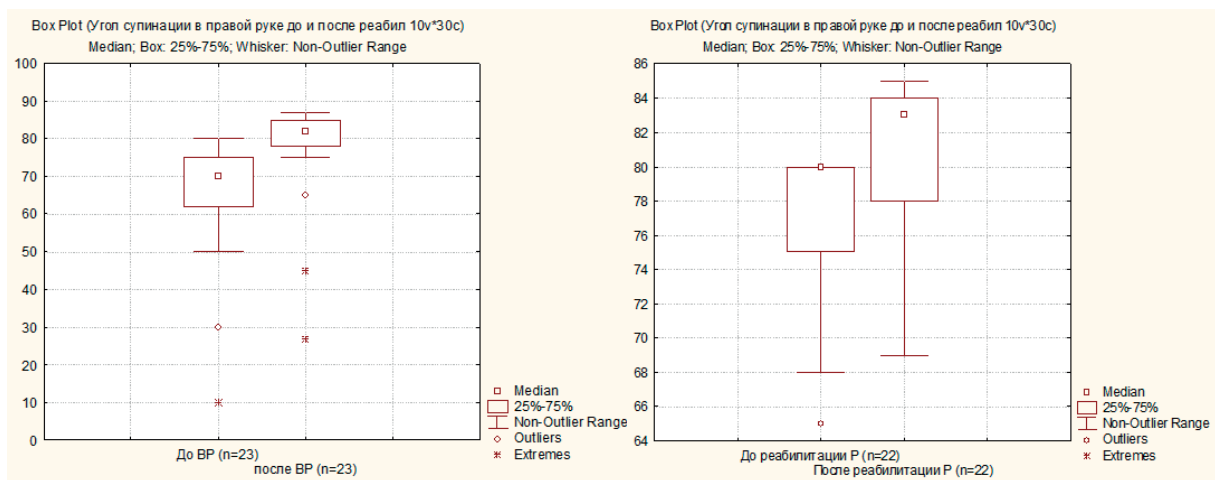


Рисунок 3. – Показатели угла супинации в правой руке до и после реабилитации в группах ВР (n=23) и Р (n=22)
Figure 3. – Right hand supination angle indices before and after rehabilitation in group VR (n=23) and R (n=22)

Установлено, что в группе ВР угол супинации в правой руке до начала реабилитации составил (в градусах): Me=70 градусов (Q25=62; Q75=75), с последующим увеличением объема движений до Me=82 (Q25=78; Q75=85), ($p_{\text{Крускала-Уоллиса}} < 0,001$). Разница в динамике медиан угла супинации в правой руке составила: Me=12 (Q25=4; Q75=15). В группе Р отмечались меньшая положительная динамика и увеличение амплитуды супинации с Me=80° (Q25=75; Q75=80) до Me=83° (Q25=78; Q75=84), $p_{\text{Крускала-Уоллиса}} < 0,05$.

Установлено, что амплитуда движений и показатели супинации группы ВР в правой руке были хуже на этапе начала исследования по сравнению с аналогичными в группе Р. Сравнение частоты случаев с динамикой увеличения угла супинации на 5 градусов и более в группах ВР и Р показало значимые различия: 73,3% (22 случая) при ВР и 32,1% (9 случаев), $p_{\text{Кохрейна-Мантель-Ханцеля}} = 0,0043$.

Таким образом, использование в комплексной медицинской реабилитации технологий вир-

туальной реальности в 5,8 раза повышает шансы на увеличение супинации в руке более чем на 5 градусов OR=5,81 с 95% ДИ [1,87; 18,03].

Выводы

1. Включение в комплексную медицинскую реабилитацию разработанной оригинальной методики виртуальной реальности способствует быстрому вовлечению ребенка в процесс восстановительного лечения и повышает его комплаентность при проведении реабилитационных мероприятий.

2. Предложенный метод значительно увеличивает объем амплитуды движений и угла супинации руки у детей с ДЦП, которым применялись методы реабилитации с использованием технологий виртуальной реальности (n=30) по сравнению с пациентами из группы контроля (n=28), которым данные технологии не проводились, $p_{\text{Фишера}} < 0,001$.

Автор выражает благодарность А. Н. Яковлеву, И. В. Жевнеронок, Е. С. Рабизо, К. Н. Красноногиру, А. А. Туровцу, М. А. Гопиенко за помощь при подготовке данной статьи.

Литература

1. Батышева, Т. Т. Детский церебральный паралич – современные представления о проблеме (обзор литературы) / Т. Т. Батышева, О. В. Быкова, А. В. Виноградов // Русский медицинский журнал. – 2012. – № 8. – С. 401-405.
2. Детский церебральный паралич / В. И. Гузева [и др.] // Федеральное руководство по детской неврологии / под ред. В. И. Гузевой. – М., 2016. – С. 169-185.
3. Клочков, А. С. Роботизированные и механотерапевтические устройства для восстановления функции руки после инсульта / А. С. Клочков, Л. А. Черникова // Русский медицинский журнал. – 2014. – № 22. – С. 1589-1592.
4. Реабилитация детей с ДЦП: обзор современных подходов в помощь реабилитационным центрам / Е. В. Семенова [и др.]. – Москва : Лепта Книга, 2018. – 579 с.
5. Компьютерная виртуальная реальность в комплексной реабилитации детей с мануальными спастическими двигательными нарушениями / Л. В. Шалькевич [и др.]. // Детская и подростковая реабилитация. – 2019. – Т. 39, № 3. – С. 33-38.
6. Levac, D. E. Motor learning and virtual reality / D. E. Levac, H. Sveistrup // Virtual reality for physical and motor rehabilitation. – New York : Springer; 2014. – p. 25-46.
7. Novel Virtual Environment for Alternative Treatment of Children with Cerebral Palsy / J. M. de Oliveira [at al.] // Comput Intell Neurosci. – 2016. – Vol. 2016. – P. 8984379. – doi: 10.1155/2016/8984379.
8. Morgan, C. Enriched environments and motor outcomes in cerebral palsy: systematic review and meta-analysis / C. Morgan, I Novak, N Badawi // Pediatrics. – 2013. – Vol. 132, № 3. – E. 735-46. – doi: 10.1542/peds.2012-3985.
9. Schmid, L. Therapists Perspective on Virtual Reality Training in Patients after Stroke: A Qualitative Study Reporting Focus Group Results from Three Hospitals / L. Schmid, A. Glässel, C. Schuster-Amft // Stroke Res Treat. – 2016. – Vol. 2016. – P. 6210508. – doi: 10.1155/2016/6210508.
10. Galvin, J. Facilitating clinical decision-making about the use of virtual reality within paediatric motor rehabilitation: describing and classifying virtual reality systems / J. Galvin, D. Levac // Dev. Neurorehabil. – 2011. – Vol. 14, № 2. – P. 112-122. – doi: 10.3109/17518423.2010.535805.
11. Limb distribution, motor impairment, and functional classification of cerebral palsy / J. W. Gorter [at al.] // Dev. Med. Child Neurol. – 2004. – Vol. 46, № 7. – P. 461-467. – doi: 10.1017/s0012162204000763.
12. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability / A. C. Eliasson [at al.] // Dev. Med. Child Neurol. – 2006. – Vol. 48, № 7. – P. 549-554. – doi: 10.1017/S0012162206001162
2. Guzeva VI, Kurenkov AL, Zmanovskaya VA, Batysheva TT, Semenova KA, Zherebcova VA, Vladykina LN, Popkov DA. Detskiy cerebralnyj paralich In: Guzeva VI, editor. *Federalnoe rukovodstvo po detskoj nevrologii*. Moskva; 2016. p. 169-185. (Russian).
3. Klochkov AS, Chernikova LA. Robotizirovannye i mehanoterapevticheskie ustrojstva dlya vosstanovleniya funkcii ruki posle insulta. *Russkiy medicinskiy zhurnal*. 2014;22:1589-1592. (Russian).
4. Semenova EV, Klochkova EV, Korshikova-Morozova AE, Truhacheva AV, Zablockis EJu. Reabilitacija detej s DCP: obzor sovremennyh podhodov v pomoshch reabilitacionnym centram. Moskva: Lepta Kniga; 2018. 579 p. (Russian).
5. Shalkevich LV, Zhevneronok IV, Yakovlev AN, Trishina YV, Rabizo ES, Lun AV, Yaroshevich TL. Kompjuternaja virtualnaja realnost v kompleksnoj reabilitacii detej s manualnymi spasticheskim dvigatelnyimi narushenijami [Computer virtual reality in comprehensive rehabilitation of children with motor violations of spastic character in hand]. *Detskaya i podrostkovaya reabilitacija* [Child and adolescent rehabilitation]. 2019;39(3):33-38. (Russian).
6. Levac, DE, Sveistrup H. Motor learning and virtual reality. In: *Virtual reality for physical and motor rehabilitation*. New York: Springer; 2014. p. 25-46.
7. de Oliveira JM, Fernandes RC, Pinto CS, Pinheiro PR, Ribeiro S, de Albuquerque VH. Novel Virtual Environment for Alternative Treatment of Children with Cerebral Palsy. *Comput Intell Neurosci*. 2016;2016:8984379. doi: 10.1155/2016/8984379.
8. Morgan C, Novak I, Badawi N. Enriched environments and motor outcomes in cerebral palsy: systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*. 2013;132(3):e735-46. doi: 10.1542/peds.2012-3985.
9. Schmid L, Glässel A, Schuster-Amft C. Therapists Perspective on Virtual Reality Training in Patients after Stroke: A Qualitative Study Reporting Focus Group Results from Three Hospitals. *Stroke Res Treat*. 2016;2016:6210508. doi: 10.1155/2016/6210508.
10. Galvin J, Levac D. Facilitating clinical decision-making about the use of virtual reality within paediatric motor rehabilitation: describing and classifying virtual reality systems. *Dev Neurorehabil*. 2011;14(2):112-22. doi: 10.3109/17518423.2010.535805.
11. Gorter JW, Rosenbaum PL, Hanna SE, Palisano RJ, Bartlett DJ, Russell DJ, Walter SD, Raina P, Galuppi BE, Wood E. Limb distribution, motor impairment, and functional classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2004;46(7):461-7. doi: 10.1017/s0012162204000763.
12. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(7):549-54. doi: 10.1017/S0012162206001162.

References

1. Batysheva TT, Bykova OV, Vinogradov AV. Detskiy cerebralnyj paralich – sovremennye predstavlenija o probleme

EFFECTIVENESS OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY USE IN COMPLEX REHABILITATION OF MANUAL ACTIVITY IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

Shalkevich L. V.

Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

Background. It is necessary to develop new rehabilitation methods for children with cerebral palsy (CP), and also methods using virtual reality.

Objective of the study. To evaluate effectiveness of rehabilitation impact on increase in supination volume in patients with spastic forms of CP with additional use of virtual reality (VR) technologies.

Material and methods. The study was observational, retrospective-prospective, cohort and comparative. The study included 58 pediatric patients with spastic forms of CP 2 and 3 levels by the MACS. Rehabilitation in combination with VR technologies was used in 30 patients, 28 patients underwent rehabilitation without these technologies. Evaluation was made 19 days after rehabilitation started.

Results. The function of hands by the MACS scale remained at the initial level in all the patients. Comparison of case frequency with dynamics of supination angle increase by 5° and more in groups with and without VR use showed significant differences: 93.3% (28 cases) and 35.7% (10 cases), respectively, $p_{\text{Cochrane-Mantel-Hanzel}} < 0.001$.

Conclusion. Using computer 3D technologies and virtual reality in complex rehabilitation gives 25 times more chances to increase supination in hand by more than 5° OR=25.2 with 95% DI [4.94; 128.57].

Keywords: cerebral palsy, medical rehabilitation, virtual reality.

For citation: *Shalkevich LV. Effectiveness of virtual reality technology use in complex rehabilitation of manual activity in children with cerebral palsy. Journal of the Grodno State Medical University. 2020;18(6):716-721. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-6-716-721>.*

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

Шалькевич Леонид Валентинович / Shalkevich Leanid, e-mail: shalkevich_@tut.by, ORCID: 0000-0002-8099-8143

Поступила / Received: 18.08.2020

Принята к публикации / Accepted for publication: 17.11.2020