

<https://doi.org/10.52420/usmumb.10.4.e00193>

<https://elibrary.ru/VTSTBP>

Обзор | Review

Виртуальная реальность как инструмент реабилитации детей с детским церебральным параличом: обзор современных исследований

Анастасия Павловна Суслонова, Оксана Валерьевна Корякина 

Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

 koryakina09@mail.ru

Аннотация. *Введение.* В работе рассмотрен опыт применения технологии виртуальной реальности (VR) для реабилитации детей с детским церебральным параличом (ДЦП). Цель работы — систематический анализ современных научных данных, касающихся эффективности и безопасности использования VR-технологий в восстановительной терапии пациентов с ДЦП. *Материалы и методы.* Проведен поиск и аналитический обзор релевантных публикаций за период с 2016 по 2025 г. на платформах PubMed, eLibrary.ru и «КиберЛенинка». Критерии включения: соответствие тематике, тип работы (обзоры, клинические и экспериментальные исследования). После исключения дубликатов и нерелевантных источников для детального анализа отобрано 34 публикации (5 отечественных и 29 зарубежных). *Результаты.* При рассмотрении статей установлено, что VR-реабилитация, основанная на принципах интенсивной повторяющейся тренировки, направленной на стимуляцию нейропластичности, применяется в различных формах (иммерсивная, полуиммерсивная, неиммерсивная). В отношении функций верхних конечностей, баланса и крупной моторики данные метаанализов и систематических обзоров носят противоречивый характер. В ряде исследований демонстрируется статистически значимое улучшение мелкой моторики и силы захвата, других — не выявлены превосходства над традиционной реабилитацией. В контексте улучшения баланса и крупной моторики часть работ подтверждает эффективность VR, однако долгосрочность эффектов и влияние на пациентов с высокими уровнями ограничений моторных навыков по шкале GMFCS (III–IV) остаются малоизученными. *Выводы.* Предварительные данные указывают на потенциальное положительное влияние VR на двигательные, когнитивные функции и пространственную навигацию. Ключевыми преимуществами метода являются высокая мотивация и комплаенс пациентов, а также возможность проведения терапии в амбулаторных условиях. Основными лимитирующими факторами выступают риск развития киберболезни, высокая стоимость качественного обору-

дования, снижение мотивации при использовании повторяющихся сценариев и недостаточная адаптация коммерческого программного обеспечения. Реабилитация с применением VR-технологий является перспективным методом в комплексном лечении детей с ДЦП. Однако существующая доказательная база характеризуется низким или очень низким качеством многих исследований, наличием методологических ограничений и противоречивостью результатов. Необходимо проведение дальнейших рандомизированных контролируемых исследований для формирования репрезентативных выводов об эффективности и безопасности этого метода.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, виртуальная реальность, баланс, мелкая моторика, крупная моторика, реабилитация, когнитивные функции

Для цитирования: Суслонова АП, Корякина ОВ. Виртуальная реальность как инструмент реабилитации детей с детским церебральным параличом: обзор современных исследований. *Вестник УГМУ*. 2025;10(4):e00193. DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.10.4.e00193>. EDN: <https://elibrary.ru/VTSTBP>.

Авторские права и лицензия. © Суслонова А. П., Корякина О. В., 2025. Материал доступен по условиям лицензии CC BY-NC-SA 4.0 Int.

Virtual Reality as a Rehabilitation Tool for Children with Cerebral Palsy: A Review of Current Research

Anastasia P. Suslonova, Oksana V. Koryakina 

Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

 koryakina09@mail.ru

Abstract. *Introduction.* This work is dedicated to the application of virtual reality (VR) technology for the rehabilitation of children with cerebral palsy (CP). *The aim of work* is a systematic analysis of current scientific data concerning the efficacy and safety of VR technologies in the rehabilitation process for the pediatric population with CP, with the identification of limitations and promising directions for further research. *Materials and methods.* A systematic search and analytical review of relevant publications from 2016 to 2025 was conducted on the PubMed, eLibrary.ru, and CyberLeninka platforms. The inclusion criteria were relevance to the topic and type of publication (reviews, clinical and experimental studies). After excluding duplicates and irrelevant sources, 34 publications (5 domestic and 29 international) were selected for detailed analysis. *Results.* The analysis revealed that VR rehabilitation, based on the principles of intensive repetitive training aimed at stimulating neuroplasticity, is used in various forms (immersive, semi-immersive, non-immersive). Regarding upper limb function, balance, and gross motor skills, data from meta-analyses and systematic reviews are contradictory. A number of studies demonstrate statistically significant improvements in fine motor skills and grip strength, while others show no superiority over conventional therapy. In the context of improving balance and gross motor skills, some studies confirm

the effectiveness of VR; however, the long-term effects and the impact on patients with high levels on the GMFCS (III–IV) remain understudied. *Conclusion.* Preliminary data indicate a potential positive effect of VR on cognitive functions and spatial navigation. A key advantage of the method is high patient motivation and compliance, as well as the possibility of conducting therapy in an outpatient setting. The main limiting factors are the risk of cybersickness, high equipment cost, decreased motivation when using repetitive scenarios, and insufficient adaptation of commercial software. Rehabilitation using virtual reality technology is a promising adjuvant method in the comprehensive management of children with CP. However, the existing body of evidence is characterized by the low or very low quality of many studies, the presence of methodological limitations, and inconsistent results. Further randomized controlled trials are needed to generate representative conclusions about the efficacy and safety of this approach.

Keywords: cerebral palsy, virtual reality, balance, gross motor skills, fine motor skills, rehabilitation, cognitive functions

For citation: Suslonova AP, Koryakina OV. Virtual reality as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy: A review of current research. *USMU Medical Bulletin.* 2025;10(4):e00193. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.10.4.e00193>. EDN: <https://elibrary.ru/VTSTBP>.

Copyright and license. © Suslonova A. P., Koryakina O. V., 2025. The material is available under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 Int. License.

Введение

Детский церебральный паралич (ДЦП) — группа стабильных нарушений развития моторики и поддержания позы, ведущих к двигательным дефектам, обусловленным непрогрессирующим повреждением и (или) аномалией развивающегося головного мозга у плода или новорожденного ребенка [1]. Распространенность ДЦП в России составляет 2,2–3,2 случая на 1 000 новорожденных [2]. У детей с ДЦП наблюдаются двигательный дефицит, аномальный мышечный тонус и изменение осанки. Основными проявлениями являются центральные парезы или параличи, которые в большинстве случаев сопровождаются задержкой развития, дефектами речи, когнитивно-поведенческими нарушениями и эпилепсией. Эта патология является одной из наиболее распространенных причин детской инвалидности в мире, затрудняет социализацию и навыки самообслуживания.

ДЦП относится к группе неизлечимых заболеваний, поэтому важная роль в терапии отводится реабилитационным мероприятиям. Своевременное проведение восстановительного лечения способствует улучшению функционального состояния, стабилизации соматического и психоэмоционального статуса ребенка. В настоящее время существуют традиционные и альтернативные методы реабилитации детей с ДЦП, такие как физиотерапия, массаж, механотерапия, лечебная физкультура, различные виды рефлексотерапии, иппотерапия, эрготерапия [3]. Составление реабилитационной програм-

мы проводится с учетом реабилитационного потенциала, возраста пациента и основано на оценке степени тяжести двигательного дефицита ребенка по системе классификации больших моторных функций (англ. Gross Motor Function Classification System, GMFCS).

Недавно в медицинской реабилитации стали применять еще один метод восстановительного лечения, основанный на технологии виртуальной реальности (англ. virtual reality, VR), с помощью которой участники вовлекаются в разнообразные персонализированные действия и взаимодействуют с виртуальными объектами в режиме реального времени посредством различных органов чувств. VR стала многообещающим цифровым подходом в реабилитации, однако данных по изучению этой технологии в медицине недостаточно.

Цель работы — систематизировать и проанализировать современные научные данные об эффективности и безопасности применения VR-технологий в реабилитации детей с ДЦП, выявить ограничения существующих исследований и определить перспективные направления изучения этой проблемы.

Материалы и методы

С помощью платформ PubMed, eLibrary.ru, «КиберЛенинка» проведен поиск, отбор и анализ более 40 публикаций, посвященных реабилитации детей с ДЦП, основанных на VR-технологии. Критерии включения: соответствие тематике обзора, период публикации с 2016 по 2025 г., тип работы (литературные обзоры, клинические и экспериментальные исследования). Далее произведен первичный анализ, удаление дубликатов и работ, не соответствующих критериям включения. Оставшиеся 34 публикации (5 отечественных и 29 зарубежных) признаны релевантными.

Результаты и обсуждение

Технологии VR

VR — технология, при которой компьютерное оборудование создает симуляции реальных или воображаемых объектов и сред для взаимодействия с пользователями.

Существует три вида VR. Неиммерсивная VR реализуется без погружения в искусственную среду, при этом пациент смотрит на экран и управляет джойстиком. При полуиммерсивной VR используются большие экраны, интерактивные дисплеи и сохраняется контакт участника с реальным миром. Иммерсивная VR представляет собой усовершенствованную виртуальную среду с полным погружением в трехмерное пространство с помощью шлема, оснащенного дисплеями высокого разрешения и системами пространственного отслеживания

для создания визуальной и аудиальной реалистичности. Для повышения эффекта присутствия в виртуальном мире применяют различные вспомогательные устройства (например, перчатки или обувь). Следует отметить, что каждый из видов VR имеет свои положительные и отрицательные стороны. Полное сосредоточение на процессе реабилитации достигается с помощью иммерсивных технологий, однако их применение ограничено риском развития симуляторного расстройства и высокой стоимостью оборудования. Полуиммерсивная VR подходит для улучшения показателей равновесия, походки и мелкой моторики, но ее недостатком является необходимость в большой площади рабочей зоны. Неиммерсивная VR имеет меньшую стоимость, однако при ее использовании снижается вовлеченность пациента в процесс реабилитации [4–6].

Известно, что процесс обучения и восстановления связан с нейропластичностью, т. е. способностью нервной системы изменяться, перестраиваться и формировать новые нейронные связи. Для повышения пластичности поврежденного мозга требуется высокая степень интенсивности и количества повторений реабилитационных тренировок. Реабилитация с помощью VR усиливает активацию нервной системы посредством обратной связи, что стимулирует процессы нейропластичности, улучшает двигательные и когнитивные функции [7, 8]. Использование VR-технологий дает много преимуществ. В тренировках на основе VR выполнение заданий становится конструктивным и интересным для детей, что повышает их мотивацию на протяжении всего курса реабилитации, что увеличивает комплаентность [9, 10].

Однако помимо положительного воздействия выявляются и негативные последствия, связанные с применением VR. Одна из проблем заключается в развитии такого побочного эффекта, как симуляторное расстройство (или киберболезнь), которое сопровождается чувством «тошноты», рвотой, головокружением, дезориентацией [11].

VR в реабилитации функции верхней конечности

Одним из ограничений у детей с ДЦП, которое мешает их развитию и адаптации, является нарушение мелкой и крупной моторики в верхних конечностях, поэтому важная задача реабилитации заключается в применении методов, направленных на улучшение их функциональных возможностей. В научной литературе представлен ряд работ, посвященных изучению влияния VR на двигательную активность верхних конечностей.

В одном из исследований авторы провели метаанализ 8 испытаний, в которых участники тренировали кисти рук с помощью VR. Они отметили, что по сравнению с традиционной терапией реабилитация, основанная на VR-технологии, способствует значимому улучшению функционирования верхних конечностей, однако в работе указан высокий риск систематической ошибки [12]. В обзоре, представленном Ч. Ратинамом и др. (англ. C. Rathinam et al.), сообщается о противоречивых результатах применения VR: в 4 на-

учных работах показано повышение показателей функции кисти, 2 — отсутствие положительной динамики. В связи с этим авторы сделали вывод о том, что роль VR в улучшении функции рук у детей с ДЦП неясна, однако ее применение в качестве вспомогательного метода имеет основания [13]. В простом слепом рандомизированном исследовании с участием 60 детей с ДЦП С. Шахин и др. (англ. S. Şahin et al.) показали целесообразность использования VR для реабилитации пациентов. При сравнении показателей выявлено улучшение крупной и мелкой моторики, а также повышение самостоятельности в повседневной деятельности в группе детей, получавших реабилитацию с помощью VR, в отличие от контрольной группы [14]. Э. Авджил и др. (англ. E. Avçıl et al.) утверждают, что включение в реабилитационную программу VR увеличивает силу захвата и ловкость рук у детей с ДЦП [15].

Применение VR для улучшения показателей баланса и крупной моторики

В метаанализе 11 рандомизированных контролируемых исследований, проведенном Д. Монторо-Карденас и др. (англ. D. Montoro-Cardenas et al.), выявлен положительный эффект VR на равновесие, при этом продолжительность сеансов не оказывала влияния на результат. Следует отметить, что во всех проанализированных работах имелся риск систематической ошибки [16]. Т. В. Пинь (англ. T. W. Pin) провел обзор, в котором показал преимущество VR-реабилитации детей с ДЦП в улучшении постурального контроля по сравнению с традиционной терапией. При этом проанализировано 20 исследований, 9 из которых соответствовали I и II уровням доказательности [17]. В метаанализе, проведенном Ш. Гаи и И. Гаи (англ. S. Ghai et I. Ghai), установлено увеличение длины шага и скорости ходьбы после курса реабилитации с помощью VR, однако при оценке некоторых параметров проводились исследования, имеющие низкий уровень доказательности, что могло повлиять на результат [18]. В другой из работ авторы показали, что сочетание физиотерапии и VR для реабилитации детей с ДЦП с уровнем двигательных навыков по шкале GMFCS II–III не приводит к статистически значимому улучшению крупной моторики по сравнению с группой пациентов, получающих только физиотерапию [19].

В источниках имеются данные об эффективном влиянии VR на баланс детей, проходивших реабилитацию в сочетании с балансировочной доской, по сравнению с играми, при которых пользователь управляет компьютерной мышью [20]. Х. Зиаб и др. (англ. H. Ziab et al.) также выявили положительную динамику в отношении равновесия при использовании видеоигр [21]. Другие ученые тоже отметили улучшение баланса при использовании VR-терапии у детей с ДЦП, имеющих двигательный дефицит, соответствующий уровню I и II по шкале GMFCS, однако эффект снижался через 2–4 недели [22]. Подтверждение успешных результатов применения VR для восстановления баланса и крупной моторики продемонстрировано в ряде других работ, вклю-

чавших в себя детей с уровнем нарушения GMFCS I–III [14, 23–27]. В то же время Т. В. Пинь и П. Б. Батлер (англ. T. W. Pin et P. B. Butler) в сравнительном анализе не отметили улучшение баланса в группе детей, получавших VR-терапию, в отличие от пациентов, которым назначалось физиолечение [28].

В некоторых исследованиях показана возможность применения VR совместно с другими видами реабилитации. Так, в работе Х. А. Мухамед и др. (англ. H. A. Mouhamed et al.) дети получали стандартную физиотерапию с VR-реабилитацией. При этом наблюдался хороший результат при оценке нервно-мышечного контроля и равновесия по сравнению с контрольной группой [29]. Такой же вывод сделан в публикации с описанием пациентов, которым назначали физиотерапию и VR-терапию. При этом положительные результаты сохранялись в течение 3 месяцев [30].

Влияние VR-реабилитации на когнитивные функции

Поскольку при ДЦП часто наблюдаются различные когнитивные нарушения, такие как снижение концентрации внимания, расстройство памяти и мышления, интерес представляют исследования по изучению влияния VR на познавательные функции. В одной из статей показано, что реабилитация детей от 7 до 12 лет с помощью VR в течение 10 недель улучшает умственные способности у пациентов с гемиплегической формой ДЦП по сравнению с традиционной эрготерапией, однако недостатком этой работы является отсутствие точных критериев подбора видеоигр [31]. В другом исследовании также отмечено, что VR-реабилитацию можно использовать для повышения навыков пространственного ориентирования. Авторы выявили улучшение навигационных способностей при ДЦП у детей 7–15 лет с уровнем GMFCS I–III после прохождения реабилитационного курса, заключавшегося в поиске ориентиров в VR-среде [32].

Реабилитация с помощью VR в домашних условиях

Стационарное восстановительное лечение детей с ДЦП обычно занимает короткий промежуток времени, и возможность продолжения реабилитационного курса становится ограниченной, а для закрепления результата важны ежедневные занятия. Эту проблему позволяет решить проведение занятий на амбулаторном этапе. Так, Дж. И. Герингер и др. (англ. J. E. Gehringer et al.) изучали влияние VR на мелкую моторику в домашних условиях, авторы заявили об улучшении моторных навыков кисти, однако участники исследования сообщали о снижении мотивации при многократном прохождении одной и той же игры [33]. Т. Д. да Сильва и др. (англ. T. D. da Silva et al.) продемонстрировали увеличение физической активности при использовании домашних компьютерных видеоигр с помощью неиммерсивной VR. Большая часть участников была заинтересована в прохождении реабилитационного курса, однако некоторые пользователи сообщали об усталости после сеансов [34].

Выводы

Таким образом, VR-технология является перспективным инструментом, который можно дополнительно использовать в сочетании с традиционными методами. К преимуществам VR следует отнести эффективность, комплексный и индивидуальный подход, возможность проведения восстановительного лечения в домашних условиях. Также она позволяет повысить заинтересованность пациентов к терапии. В то же время выделяют ряд недостатков, ограничивающих применение в практике: возможность развития киберболезни, снижение мотивации при прохождении повторяющихся сюжетов, низкая адаптация коммерческих видеоигр под запросы пациентов, дорогое оборудование. Во многих метаанализах отмечено низкое качество научных работ, доказывающих эффективность VR-терапии, что затрудняет интерпретацию полученных данных. Кроме того, количество публикаций по изучению долгосрочных эффектов, мотивации пациентов и побочных эффектов при использовании VR ограничено. Соответственно, требуется проведение дальнейших качественных клинических исследований для создания доказательной базы в отношении эффективности и безопасности применения VR в реабилитации.

Список литературы | References

1. Союз педиатров России. *Детский церебральный паралич у детей: клинические рекомендации М-ва здравоохранения РФ*. 2016. 36 с. [Union of Pediatricians of Russia. *Cerebral palsy in children: Clinical guidelines of the Ministry of Health of the Russian Federation*. 2016. 36 p. (In Russ.)]. Available from: <https://clck.ru/3QFTaV> (accessed 22 October 2025).
2. Моисеева КЕ, Суслова ГА, Заступова АА, Глущенко ВА, Болотских ВМ, Колотова АС, и др. Медико-социальные проблемы распространенности детского церебрального паралича (обзор литературы). *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2024;(5):907–924. [Moiseeva KE, Suslova GA, Zastupova AA, Glushchenko VA, Bolotskikh VM, Kolotova AS, et al. Medical and social issues of the prevalence of cerebral palsy (literature review). *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2024;(5):907–924. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2024-5-907-924>.
3. Куранова ЛБ, Херодинов БИ. Современные методы реабилитации детей с детским церебральным параличом. *Лечащий врач*. 2019;(12):45–48. [Kuranova LB, Kherodinov BI. Modern methods of rehabilitation of children with infantile cerebral palsy. *Lechashchiy Vrach*. 2019;(12):45–48. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/KXVWMT>.

4. Ceradini M, Losanno E, Micera S, Bandini A, Orlandi S. Immersive VR for upper-extremity rehabilitation in patients with neurological disorders: A scoping review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2024;21(1):75. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01367-0>.
5. Saussez G, Baily R, Araneda R, Paradis J, Ebner-Karestinos D, Klöcker A, et al. Efficacy of integrating a semi-immersive virtual device in the HABIT-ILE intervention for children with unilateral cerebral palsy: A non-inferiority randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2023;20(1):98. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01218-4>.
6. Khan A, Imam YZ, Muneer M, Al Jerdi S, Gill SK. Virtual reality in stroke recovery: A meta-review of systematic reviews. *Bioelectronic Medicine*. 2024;10(1):23. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42234-024-00150-9>.
7. Карякин НН, Шейко ГЕ, Воловик МГ, Белова АН. Технологии виртуальной реальности в комплексной медицинской реабилитации пациентов с детским церебральным параличом. *Бюллетень сибирской медицины*. 2020;19(4):142–152. [Karyakin NN, Sheyko GE, Volovik MG, Belova AN. Virtual reality technologies in the comprehensive medical rehabilitation of patients with infantile cerebral palsy. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2020;19(4):142–152. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2020-2-142-152>.
8. Goyal C, Vardhan V, Naqvi W. Virtual reality-based intervention for enhancing upper extremity function in children with hemiplegic cerebral palsy: A literature review. *Cureus*. 2022;14(1):e21693. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.21693>.
9. Tobaiqi MA, Albadawi EA, Fadlalmola HA, Albadrani MS. Application of virtual reality-assisted exergaming on the rehabilitation of children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12(22):7091. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm12227091>.
10. Lopes S, Magalhaes P, Pereira A, Martins J, Magalhaes C, Chaleta E, et al. Games used with serious purposes: A systematic review of interventions in patients with cerebral palsy. *Frontiers in Psychology*. 2018;9:1712. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01712>.
11. Исмаилов ДГ, Кугуракова ВВ. Преодоление кибербизни при иммерсионном погружении в игры и тренажеры с использованием виртуальной реальности. *Вестник НЦБЖД*. 2020;(4):81–88. [Ismailov DG, Kugurakova VV. Overcoming the cyberbullying by immersion in the games and simulators using virtual reality. *Vestnik NTsBZhD*. 2020;(4):81–88. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/FQDJPS>.
12. Johansen T, Strøm V, Simic J, Rike PO. Effectiveness of training with motion-controlled commercial video games on hand and arm function in young people with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019;52(1):jrm00012. DOI: <https://doi.org/10.2340/16501977-2633>.
13. Rathinam C, Mohan V, Peirson J, Skinner J, Nethaji KS, Kuhn I. Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with ce-

- rebral palsy: A systematic review. *Journal of Hand Therapy*. 2019;32(4):426–434.e1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jht.2018.01.006>.
14. Şahin S, Köse B, Aran OT, Bahadır Ağcē Z, Kayhan H. The effects of virtual reality on motor functions and daily life activities in unilateral spastic cerebral palsy: A single-blind randomized controlled trial. *Games for Health Journal*. 2019;8(6):425–432. DOI: <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0020>.
 15. Avcil E, Tarakci D, Arman N, Tarakci E. Upper extremity rehabilitation using video games in cerebral palsy: A randomized clinical trial. *Acta Neurologica Belgica*. 2021;121(4):1053–1060. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13760-020-01400-8>.
 16. Montoro-Cardenas D, Cortes-Perez I, Zagalaz-Anula N, Osuna-Perez MC, Obrero-Gaitan E, Lomas-Vega R. Nintendo Wii Balance Board therapy for postural control in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2021;63(11):1262–1275. DOI: <https://doi.org/10.1111/dmcn.14947>.
 17. Pin TW. Effectiveness of interactive computer play on balance and postural control for children with cerebral palsy: A systematic review. *Gait & Posture*. 2019;73:126–139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.07.122>.
 18. Ghai S, Ghai I. Virtual reality enhances gait in cerebral palsy: A training dose-response meta-analysis. *Frontiers in Neurology*. 2019;10:236. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00236>.
 19. Jha K, Karunanithi G, Sahana A, Karthikbabu S. Randomised trial of virtual reality gaming and physiotherapy on balance, gross motor performance and daily functions among children with bilateral spastic cerebral palsy. *Somatosensory & Motor Research*. 2021;38(2):117–126. DOI: <https://doi.org/10.1080/08990220.2021.1876016>.
 20. Hsieh HG. Preliminary study of the effect of training with a gaming balance board on balance control in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2020;99(2):142–148. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001300>.
 21. Ziab H, Saleh S, Talebian S, Olyaei G, Mazbouh R, Sarraj A, et al. Effectiveness of virtual reality training compared to balance-specific training and conventional training on balance and gross motor functions of children with cerebral palsy: A double blinded randomized controlled trial. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*. 2024;17(3):353–368. PMID: <https://pubmed.gov/39150837>.
 22. Gatica-Rojas V, Méndez-Rebolledo G, Guzman-Muñoz E, Soto-Poblete A, Cartes-Velásquez R, Elgueta-Cancino E, et al. Does Nintendo Wii Balance Board improve standing balance? A randomized controlled trial in children with cerebral palsy. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017;53(4):535–544. DOI: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04447-6>.
 23. Park SH, Son SM, Choi JY. Effect of posture control training using virtual reality program on sitting balance and trunk stability in children with ce-

- rebral palsy. *NeuroRehabilitation*. 2021;48(3):247–254. DOI: <https://doi.org/10.3233/NRE-201642>.
24. Kachmar O, Kushnir A, Fedchyshyn B, Cristiano J, O’Flaherty J, Helland K, et al. Personalized balance games for children with cerebral palsy: A pilot study. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*. 2021;14(2):237–245. DOI: <https://doi.org/10.3233/PRM-190666>.
 25. Shih TY, Wang TN, Shieh JY, Lin SS, Ruan SJ, Tang HH, et al. Comparative effects of kinect-based versus therapist-based constraint-induced movement therapy on motor control and daily motor function in children with unilateral cerebral palsy: A randomized control trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2023;20(1):13. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01135-6>.
 26. El-Shamy SM, El-Banna MF. Effect of Wii training on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2020;36(1):38–44. DOI: <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1479810>.
 27. Sajan JE, John JA, Grace P, Sabu SS, Tharion G. Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial. *Developmental Neurorehabilitation*. 2017;20(6):361–367. DOI: <https://doi.org/10.1080/17518423.2016.1252970>.
 28. Pin TW, Butler PB. The effect of interactive computer play on balance and functional abilities in children with moderate cerebral palsy: A pilot randomized study. *Clinical Rehabilitation*. 2019;33(4):704–710. DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215518821714>.
 29. Mouhamed HA, Abo-Zaid NA, Khalifa HA, Ali ME, Elserty NS, Behiry MA, et al. Efficacy of virtual reality on balance impairment in ataxic cerebral palsy children: Randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2024;60(6):949–955. DOI: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.24.08617-9>.
 30. Decavale S, Ortibus E, Campenhout AV, Molenaers G, Jansen B, Omelina L, et al. The effect of a rehabilitation specific gaming software platform to achieve individual physiotherapy goals in children with severe spastic cerebral palsy: A randomized crossover trial. *Games for Health Journal*. 2020;9(5):239–247. DOI: <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0097>.
 31. Aran OT, Şahin S, Köse B, Ağçe ZB, Kayihan H. Effectiveness of the virtual reality on cognitive function of children with hemiplegic cerebral palsy: A single-blind randomized controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2020;43(1):12–19. DOI: <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000378>.
 32. Nossa R, Gagliardi C, Panzeri D, Diella E, Maghini C, Genova C, et al. Could an immersive virtual reality training improve navigation skills in children with cerebral palsy? A pilot controlled study. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(20):6146. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm11206146>.

33. Gehringer JE, Woodruff JA, Boyer H, Konieczny J, Thomas R, Pierce J, et al. Feasibility of at-home hand arm bimanual intensive training in virtual reality: Case study. *JMIR Formative Research*. 2024;8:e57588. DOI: <https://doi.org/10.2196/57588>.
34. da Silva TD, da Silva PL, Valenzuela EJ, Dias ED, Simcsik AO, de Carvalho MG, et al. Serious game platform as a possibility for home-based telerehabilitation for individuals with cerebral palsy during COVID-19 quarantine — a cross-sectional pilot study. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:622678. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.622678>.

Информация об авторах

Анастасия Павловна Суслонова — студент института педиатрии и репродуктивной медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: asya.pin@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6289-5838>

Оксана Валерьевна Корякина — доктор медицинских наук, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии, институт клинической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: koryakina09@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4595-1024>

Information about the authors

Anastasia P. Suslonova — Specialist's Degree Student of the Institute of Pediatrics and Reproductive Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: asya.pin@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6289-5838>

Oksana V. Koryakina — Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor of the Department of Neurology and Neurosurgery, Institute of Clinical Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: koryakina09@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4595-1024>