

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ, ЛЕКЦИИ, НОВЫЕ ТРЕНДЫ МЕДИЦИНСКОЙ НАУКИ DISCUSSION PAPERS, LECTURES, NEW TRENDS IN MEDICAL SCIENCE

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО МЕДИЦИНСКОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СПАСТИЧНОСТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ГЕМИПЛЕГИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ПАРАЛИЧА

**Белогорова Т.А.¹,
Машанская А.В.^{1,2},
Власенко А.В.¹,
Михнович В.И.¹,
Литвинцева О.М.¹,
Бердина О.Н.¹,
Бугун О.В.¹,
Поляков В.М.¹,
Рычкова Л.В.¹**

¹ ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16, Россия)

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (664049, г. Иркутск, м-н Юбилейный, д. 100, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Бердина Ольга Николаевна,
e-mail: goodnight_84@mail.ru

Статья поступила: 16.09.2025
Статья принята: 06.11.2025
Статья опубликована: 26.11.2025

РЕЗЮМЕ

Обоснование. Гемиплегическая форма детского церебрального паралича (ДЦП) является наиболее прогностически перспективной в отношении возможностей коррекции и социальной адаптации детей-инвалидов. Однако основным ограничением успешности реабилитации является выраженная спастичность мышц пораженной конечности, поэтому снижение мышечного гипертонуса является первоочередной задачей при данном заболевании.

Цель исследования. Оценить эффективность применения усовершенствованного способа коррекции спастичности верхних конечностей у детей с гемиплегической формой ДЦП.

Методы. Проведено открытое нерандомизированное проспективное сравнительное исследование с участием двух групп пациентов со спастической гемиплегией с преимущественным поражением рук, сопоставленных по типу случай-контроль. Контрольная группа детей (n = 20) была пролечена по стандартным методикам: медикаментозная терапия, лечебная физкультура, массаж, физиолечение; основной группе (n = 20) дополнительно были прописаны занятия на новом медицинском тренажере «Перчатка». Участники исследования в группах были сопоставлены по полу, возрасту и степени тяжести двигательных нарушений. Курс комплексной реабилитации составил 10 дней. Оценка эффективности усовершенствованного способа коррекции спастичности верхних конечностей проводилась за счет изучения динамики показателей двигательных функций по шкалам для оценки мышечного тонуса (модифицированная шкала Ашфорта) и мануальных навыков (тесты Френчай и ARAT, методика В.Г. Босых и Н.Т. Павловской).

Результаты. Дополнительное включение в программу реабилитации детей с гемиплегической формой ДЦП тренировок с помощью нового медицинского тренажера для коррекции спастичности рук «Перчатка» позволило достичь достоверно лучшего результата лечения со значимым снижением гипертонуса мышц, увеличением объема и точности движений, в том числе в разделе мелких дифференцированных актов, с устранением феномена «игнорирования» паретичной руки.

Заключение. Применение нового медицинского тренажера в комплексной терапии детей со спастической гемиплегией позволяет повысить ее эффективность относительно стандартных методик реабилитации. Однако вопрос о долгосрочности эффекта до сих пор остается открытым и требует более длительного применения тренажера в межстационарный период.

Ключевые слова: церебральный паралич, гемиплегия, верхняя конечность, спастичность, реабилитация, медицинские тренажеры, функциональная электростимуляция, дети

Для цитирования: Белогорова Т.А., Машанская А.В., Власенко А.В., Михнович В.И., Литвинцева О.М., Бердина О.Н., Бугун О.В., Поляков В.М., Рычкова Л.В. Опыт применения нового медицинского тренажера для коррекции спастичности верхней конечности в комплексной реабилитации детей с гемиплегической формой церебрального паралича. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(5): 12-23. doi: 10.29413/ABS.2025-10.5.2

EXPERIENCE OF USING A NEW MEDICAL SIMULATOR FOR CORRECTING SPASTICITY OF THE UPPER LIMB IN COMPLEX REHABILITATION OF CHILDREN WITH HEMIPLEGIC CEREBRAL PALSY

**Belogorova T.A.¹,
Mashanskaya A.V.^{1,2},
Vlasenko A.V.¹,
Mikhnovich V.I.¹,
Litvintseva O.M.¹,
Berdina O.N.¹,
Bugun O.V.¹,
Polyakov V.M.¹,
Rychkova L.V.¹**

¹ Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems (Timiryazev str., 16, Irkutsk 664003, Russian Federation)

² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation (Yubileinii dstr., 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

Corresponding author:

Olga N. Berdina,

e-mail: goodnight_84@mail.ru

RESUME

Background. The hemiplegic form of cerebral palsy (CP) is the most prognostically promising in terms of the possibilities of correction and social adaptation of disabled children. However, the main limitation of successful rehabilitation is severe limb muscle spasticity, because so reducing muscle hypertonicity is a priority task in this disease.

The aim. To evaluate the effectiveness of improved method for correcting of upper limb spasticity in children with the hemiplegic form of CP.

Materials and methods. An open, non-randomized, prospective, comparative study was conducted involving two groups of patients with spastic hemiplegia with predominant damage to the upper limb, compared to the case-control type. The control group of children (n = 20) was treated using standard methods – drug therapy, exercise therapy, massage, physiotherapy; the main group (n = 20) was additionally prescribed exercises on the new medical simulator "Glove". The study participants in the groups were compared by gender, age and severity of motor impairment. The course in comprehensive rehabilitation lasted 10 days. The effectiveness of the improved method for correcting upper limb spasticity was assessed by studying the dynamics of motor function indices using scales for assessing muscle tone (modified Ashworth scale) and manual skills (Frenchai and ARAT tests, V.G. Bosykh and N.T. Pavlovskaya method).

Results. The additional inclusion of training using the new medical simulator for correcting upper limb spasticity "Glove" in the rehabilitation program for children with hemiplegic CP allowed achieving a significantly better treatment result with a significant decrease in muscle tonus, an increase in the volume and accuracy of movements, including in the section of small differentiated acts, with the elimination of the phenomenon of the «learned non-use» phenomenon.

Conclusions. The use of a new medical simulator in the complex therapy of children with spastic hemiplegia allows increasing its effectiveness relative to standard rehabilitation methods. However, the question of the long-term effect remains open and requires an assessment of longer-term use of the simulator in the interhospital period.

Keywords: cerebral palsy, hemiplegia, upper limb, spasticity, rehabilitation, medical simulators, functional electrical stimulation, children

Received: 16.09.2025

Accepted: 06.11.2025

Published: 26.11.2025

For citation: Belogorova T.A., Mashanskaya A.V., Vlasenko A.V., Mikhnovich V.I., Litvintseva O.M., Berdina O.N., Bugun O.V., Polyakov V.M., Rychkova L.V. Experience of using a new medical simulator for correcting spasticity of the upper limb in complex rehabilitation of children with hemiplegic cerebral palsy. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(5): 12-23. doi: 10.29413/ABS.2025-10.5.2

ВВЕДЕНИЕ

Детский церебральный паралич (ДЦП) является комплексом ненаследственных непрогрессирующих расстройств двигательных функций поддержания позы и равновесия, возникших вследствие поражения центральной нервной системы (ЦНС) в ante-, intra- или неонатальном периоде, вызывающих стойкое ограничение активности, часто сочетающийся с интеллектуально-мнестическими, речевыми, зрительными и пароксизмальными расстройствами [1]. Распространенность данной патологии в целом составляет по разным данным 2,5–3 человека на 1000 детей в год. В Российской Федерации этот показатель превышает распространенность в других странах и составляет 4–5 случаев на 1000 новорожденных [2]. Последствия ДЦП вносят значительный вклад в повышение показателей детской инвалидности по неврологическим заболеваниям. При этом ведущим клиническим проявлением ДЦП, вызывающим ограничение жизнедеятельности и необходимость в посторонней помощи для осуществления повседневных действий, является синдром двигательных расстройств [3, 4]. Распространенной формой ДЦП, занимающей второе место по поражаемости детского населения после классической диплегии (паралича Литтля), является спастическая гемиплегия, клинически проявляющаяся в нарушении функции движения правых или левых конечностей вследствие повышения тонуса и снижения силы мышц при поражении противоположного полушария головного мозга [5]. Ведущим симптомом при данной форме ДЦП является спастичность, которая формируется вследствие повреждения центральных мотонейронов и нарушает качество жизни пациентов. Такие дети нуждаются в постоянном уходе и помощи со стороны близких, длительных курсах дорогостоящей комплексной терапии, как в условиях стационара, так и в амбулатории. Несмотря на то, что гемиплегическая форма ДЦП является наиболее прогностически перспективной в отношении возможностей коррекции и социальной адаптации детей-инвалидов, выраженная спастичность мышц пораженной конечности является основным ограничением успешности реабилитационных мероприятий, поэтому снижение мышечного гипертонуса является первоочередной задачей при данном заболевании [6, 7]. Наиболее сложным аспектом реабилитация детей со спастической гемиплегией является восстановление двигательных функций верхней конечности из-за паретической установки кисти и пальцев, а также часто появляющегося феномена «игнорирования» паретичной руки – феномен «learned non-use» или «приученного неиспользования» [8, 9]. Необходимо отметить, что кисть является наиболее важной частью верхней конечности благодаря возможности совершения сложных и разнообразных двигательных актов, четко координируемых ЦНС [10]. Недостаточно только восстановить движения в таком парном органе, как верхняя конечность, необходимо еще выявить и преодолеть феномен «приученного неиспользования». Несмотря на высокую актуальность данной проблемы в современной неврологии

и педиатрии, развития науки и технологий, на сегодняшний день не существует единого консенсуса по реабилитации детей с двигательными нарушениями, в т.ч. со спастической гемиплегией и поражением функции верхней конечности, что обуславливает приоритетность и перспективность дополнительных научных исследований в данном направлении.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность применения усовершенствованного способа коррекции спастичности верхних конечностей у детей с гемиплегической формой ДЦП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования: открытое нерандомизированное проспективное сравнительное исследование в параллельных группах.

После проведения первичного обследования детей, включающего оценку клинико-anamnestических данных и неврологического статуса, был выставлен клинический и реабилитационный диагноз, определены краткосрочные и долгосрочные цели реабилитации, сформированы две группы пациентов с гемиплегической формой ДЦП с преимущественным поражением верхних конечностей, сопоставленные по типу случай-контроль, составлен реабилитационный план.

Субъектами исследования явились 40 детей в возрасте от 4 до 16 лет, 20 (8 девочек и 12 мальчиков) из которых составили основную группу (ОГ) и 20 человек (7 девочек и 13 мальчиков) – контрольную группу (КГ). При включении пациентов в группы их сопоставляли по полу, возрасту, клинической симптоматике и степени тяжести двигательных нарушений. Оценка общего уровня формирования моторики и выявление двигательных нарушений проводилось по качественной классификации больших моторных функций (Gross Motor Function Classification System, GMFCS). Для оценки двигательных функций верхней конечности использовали систему классификации мануальных способностей для детей с ДЦП (Manual Ability Classification System, MACS).

Критерии соответствия

Критерии включения:

- возраст пациентов от 4 до 16 лет;
- гемиплегическая форма ДЦП;
- умеренный уровень двигательных нарушений (GMFCS II-III и MACS II-IV);
- сохраненный когнитивный статус;
- подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения:

- последствия тяжелых черепно-мозговых травм и нейроинфекций;
- врожденные пороки развития головного мозга с выраженным неврологическим дефицитом;

- низкий реабилитационный потенциал по тяжелым сопутствующим заболеваниям;
- непонимание пациентами/законными представителями целей и задачей исследования.

Критерии исключения из исследования:

- развитие или обострение сопутствующей патологии, острые инфекционные заболевания;
- отказ пациента/законного представителя от участия в исследовании на любом его этапе.

Условия проведения

Отбор пациентов в группы исследования и курс реабилитации проводился на базе отделения неврологии и отделения физиотерапии, лечебной физической культуры (ЛФК) и массажа Клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ, г. Иркутск) в период с января 2024 г. по июль 2025 г. из числа больных, госпитализированных с диагнозом ДЦП, в соответствии с критериями включения/невключения.

Продолжительность исследования

Продолжительность исследования была ограничена временем госпитализации пациентов в неврологическое отделение для прохождения курса реабилитации и составила 10 дней (с перерывом в выходные дни). Оценку показателей двигательной сферы проводили в день госпитализации и в день выписки из стационара, учитывали исходный моторный статус и его динамику после окончания программы комплексной реабилитации.

Описание медицинского вмешательства

В соответствии с клиническими рекомендациями и протоколом исследования всем пациентам ОГ и КГ в день госпитализации были проведены инъекции а-ботулотоксина (БТА) под ультразвуковым контролем [11-14].

Со второго дня госпитализации всем пациентам осуществлялась интенсивная комплексная реабилитация, включающая стандартную медикаментозную терапию и комплекс физиотерапевтических процедур (ЛФК, физиолечение, массаж и рефлексотерапия). Все тренировки и процедуры по реабилитационной программе начинались через 1 ч после завтрака. Занятия ЛФК, в том числе с использованием медицинского тренажера, проводились квалифицированным врачом-инструктором и включали комплекс специальных упражнений, препятствующих развитию контрактур, гипотонии и/или атрофии мышц, а также формированию правильных двигательных паттернов и стимуляции предметно-манипулятивной деятельности. С целью снижения гипертонуса мышц верхних конечностей пациентам обеих групп применялся комплекс релаксационных упражнений в начале и в течение каждого занятия ЛФК (в том числе с использованием тренажера «Перчатка») в виде свободных покачиваний и встряхиваний рукой, хлопков по ровной поверхности расслабленной кистью руки, массажа кисти и пальцев [15]. Физиопроцедуры осуществлялись посредством сегментарного электроимпульсного воздействия на область шейного отдела позвоночника

с помощью аппарата «Лимфавижин» (N 10). В качестве медикаментозной терапии пациенты ОГ и КГ получали стандартную ноотропную и метаболическую в возрастных дозировках.

Пациентам ОГ дополнительно были назначены ежедневные тренировки с помощью нового медицинского тренажера «Перчатка» для дополнительной коррекции спастичности верхних конечностей (курс занятий составлял 10 дней, занятия проводились 5 раз в неделю продолжительностью 30–40 минут в зависимости от возраста и переносимости ребенком данной физической нагрузки) (рис. 1).

Реабилитационный тренажер «Перчатка» (собственная разработка совместно с ООО «Прототип» (г. Самара, Россия)) — это устройство для кинезиотерапии при спастичности верхних конечностей для повышения эффективности физических методов реабилитации (а именно, кинезиотерапии) пациентов с ДЦП как в амбулаторных (на базе поликлиник, отделений восстановительного лечения, санаториев и т.п.), так и в домашних, наиболее комфортных для пациента, условиях в период между госпитализациями в стационар. Данный портативный медицинский тренажер позволяет ребенку в игровой форме выработать и закрепить навыки владения паретичной рукой, особенно кистью и пальцами, уменьшить выраженность частого феномена «приученного неиспользования», создавая положительный эмоциональный фон и дополнительную мотивацию в реабилитационном процессе. Встроенная функция электростимуляции срединного нерва, направленная на активацию поврежденных нервных путей и улучшение передачи импульсов к мышцам, помогает восстановить контроль над парализованными конечностями, усиливая активность сохранившихся нейронных связей, способствует предотвращению атрофии мышц и вторичных биомеханических осложнений [16].

Исходы исследования

Основной исход исследования: наличие различий между ОГ и КГ по оцениваемым показателям



РИС. 1.
Медицинский тренажер «Перчатка» для коррекции спастичности верхней конечности

FIG. 1.
Medical simulator "Glove" for correcting of upper limb spasticity

двигательных навыков, тонуса и силы мышц верхней конечности в день госпитализации и после завершения курса интенсивной краткосрочной реабилитации.

Дополнительный исход исследования: предусмотрен не был.

Анализ в подгруппах: не проводился.

Методы регистрации исходов

Оценка эффективности усовершенствованного способа коррекции спастичности верхних конечностей проводилась на основании динамики показателей тонуса мышц, а также уровня двигательной активности и моторных навыков верхней конечности по следующим методикам и шкалам:

1) Модифицированная шкала Ашфорта для оценки мышечного тонуса. В 2020 году данная шкала была валидизирована в Российской Федерации [17]. Результат тестирования оценивают в баллах:

0 баллов – нет повышения мышечного тонуса;

1 балл – легкое повышение мышечного тонуса и минимальное напряжение мышц в конце паттерна движения при сгибании или разгибании пораженной конечности;

2 балла – легкое повышение мышечного тонуса во время захватывания предметов, сопровождающееся минимальным сопротивлением;

3 балла – более выраженное повышение мышечного тонуса в большей части объема движения, пассивная двигательная активность ограничена;

4 балла – значительное мышечное напряжение с выраженным затруднением пассивных движений;

5 баллов – сгибательная или разгибательная контрактура конечностей.

2) тест Френчай для исследования жестикуляционно-коммуникативной функции верхней конечности (функция невербального общения) [8]. Методика включает 5 заданий: фиксацию предмета (линейки) рукой, способность взять в руку цилиндрические предметы различного диаметра, пользоваться щипковым захватом, а также дотронуться до макушки головы.

3) Модифицированный тест ARAT (Action Research Arm Test, тест моторной активности руки) для оценки двигательной активности пораженной конечности [18]. Эта международная шкала, дающая детальную оценку двигательной функции кисти и пальцев, позволяющая оценить различные виды захвата, а также крупные движения в суставах, состоит из 19 оцениваемых пунктов (заданий), которые подразделяются на четыре субтеста (субтест 1 – шаровой захват; субтест 2 – цилиндрический захват, сжатие предмета; субтест 3 – щипковый захват; субтест 4 – крупные движения руки – разгибание и сгибание в локтевом и плечевом суставах). Для выполнения процедуры тестирования предусмотрен стандартный набор предметов. Тест ARAT имеет высокую чувствительность уже при незначительных изменениях паттерна движений верхней конечности, особенно у пациентов со спастическими синдромами.

4) Методика В.Г. Босых и Н.Т. Павловской [19] предусмотрена для дополнительной оценки мануальных функций у детей с разными формами ДЦП в процессе

их повседневной деятельности. При обследовании моторных функций верхней конечности определяется объем движений в суставах, положение рук при ходьбе и выполнении мануальных навыков, наличие и степень спастичности, способность произвольно удерживать и отпускать предмет, сформированность основных видов захватов и их качество, возможность выполнения манипуляций с предметами, их качество и скорость выполнения, способность осуществлять изолированные движения пальцами рук, характеристика графических навыков. Каждая рука оценивается отдельно по пятибалльной шкале.

Статистический анализ

Размер выборки предварительно не рассчитывался. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью пакета прикладных программ «Statistica for Windows» версии 10.0 (StatSoft, USA). Непрерывные данные представляли в виде медианы (Me) с верхними и нижними квартилями [25 и 75 перцентили] вследствие малого объема выборки в каждой группе (предварительная проверка групп на нормальность распределения не проводилось); качественные характеристики – как абсолютные величины и проценты наблюдений. Сопоставимость клинико-демографических показателей между ОГ и КГ оценивали по критерию Манна – Уитни (U-критерий). При сравнении групп по качественным признакам использовали критерий χ^2 с поправкой Йетса (если число наблюдений в любой из ячеек < 10). В случае малого числа единиц наблюдения (до 5) использовали точный критерий Фишера. Оценку эффективности лечения по динамике мануальных функций в группах проводили с применением критерия Т Уилкоксона (W) для зависимых выборок. Все различия считались достоверными при значении $p < 0,05$.

Соблюдение этических принципов и этическая экспертиза исследования

В работе с пациентами соблюдались этические принципы, предъявляемые Хельсинской Декларацией Всемирной Медицинской Ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki 1964 г. в редакции 2024 г. (изменения внесены на 75-й Генеральной ассамблее Всемирной медицинской ассоциации, Хельсинки). Все процедуры исследования проводились только с информированного добровольного согласия (ИДС) пациентов (при достижении ребенком 15-летнего возраста и признании его дееспособным) и их законных представителей, подписанного в день госпитализации. Протокол исследования и прилагаемые документы (формы информационного листка и ИДС) были предварительно одобрены локальным Комитетом по биоэтической этике при ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ (Протокол № 5 от 05.06.2023).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализированы показатели двигательной сферы, а именно тонус мышц, моторные функции и навыки пораженной верхней конечности, у 40 больных

гемиплегической формой ДЦП, оцененных до и после проведения интенсивного краткосрочного курса реабилитации по протоколу настоящего исследования.

Характеристика групп сравнения

Перед началом процедур исследования ОГ и КГ пациентов с ДЦП были однородными по возрасту, полу, тяжести двигательных нарушений по GMFCS и MACS, а также характеру перинатальной патологии ЦНС. Распределение пациентов по стороне пораженной конечности выявило преобладание пареза правой руки в КГ (табл. 1)

Основные результаты исследования

При сравнении результатов модифицированной шкалы Ашфорта до лечения не было выявлено статистически значимых различий между ОГ и КГ. Спастичность мышц верхней конечности была выражена у всех пациентов в равной степени (Me 3 балла [25–75 %: 2–3] в ОГ против Me 3 балла [25–75 %: 2–4] в КГ, $p = 0,175$). После краткосрочного курса интенсивной комплексной

реабилитации у пациентов ОГ достигнута значимая положительная динамика показателей, что не отмечено в КГ (Me 2 балла [25-75%: 1-2] и Me 3 балла [25-75%: 2-4], соответственно, $p_w = 0,015$ и $p_w = 0,875$).

Сравнительная оценка эффективности программ комплексной реабилитации в двух группах пациентов со спастической гемиплегией приведена в Таблице 2 и на Рисунке 2.

Проведенный анализ динамики моторных функций после проведенного кратковременного курса интенсивной реабилитации у пациентов с ДЦП в условиях неврологического стационара показал, что улучшение двигательной активности и формирование новых моторных навыков отмечалось у пациентов обеих групп, повысилась частота использования альтернативных путей к движению и четкость выполнения манипуляций. При этом мотивация к бимануальному движению в КГ наблюдалась только при напоминании и очень была ограничена. Устойчивое повышение мотивации

**ТАБЛИЦА 1
ИСХОДНАЯ КЛИНИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ**

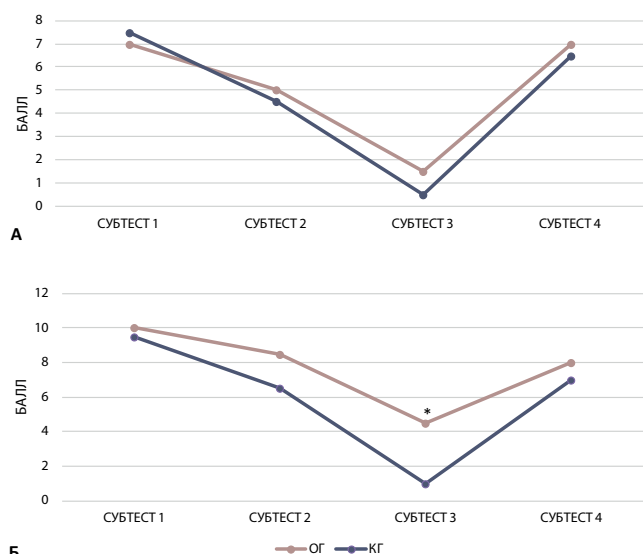
**TABLE 1
INITIAL CLINICAL AND DEMOGRAPHIC
CHARACTERISTICS OF PATIENTS**

Показатель	ОГ (n = 20)	КГ (n = 20)	p-уровень
Возраст, лет	10[7-12]	9,5[7-12,5]	0,989
Пол:			
девочки	8(40)	7(35)	1,000
мальчики	12(60)	13(65)	1,000
Латерализация поражения верхней конечности:			
правая рука	10(50)	15(75)	0,191
левая рука	10(50)	5(25)	0,191
<i>Степень тяжести двигательных нарушений</i>			
GMFCS:			
I	-	-	
II	15(75)	14(70)	1,000
III	5(25)	6(30)	1,000
IV	-	-	
V	-	-	
MACS:			
I	-	-	
II	4(20)	5(25)	1,000
III	12(60)	10(50)	0,525
IV	4(20)	5(25)	1,000
V	-	-	
<i>Виды перинатального органического поражения ГМ</i>			
Порэнцефалическая и другие кисты, гипоплазия мозолистого тела и других отделов ГМ	7(25)	6(30)	1,000
Перивентрикулярная лейкомаляция	2(10)	2(10)	0,598
Адрено-, лейко-дистрофия, кистозноглиозные изменения	3(15)	3(15)	0,658
Гидроцефалия, вентрикуломегалия	5(25)	5(25)	0,715
ОНМК	2(10)	2(10)	0,598
Гипоксически-/токсико-ишемическое поражение ГМ	2(10)	3(15)	1,000
Сочетание патологий ГМ	5(25)	5(25)	0,715

Примечание: данные представлены в виде Me [25%-75%] и абс. (%). ГМ – головной мозг; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; GMFCS – Gross Motor Function Classification System – классификация больших моторных функций; MACS – Manual Ability Classification System – классификация мануальных способностей. p – уровень статистической значимости различий в группах с учётом критериев: 1 – χ^2 Пирсона с поправкой Йетса и 2 – точного критерия Фишера.

отмечено только у 10 % детей из КГ, в то время как этот показатель в ОГ достигал 55 % ($p = 0,007$), но преимущественно при легкой и умеренной степени тяжести двигательных нарушений (GMFCS и MACS II-III уровня). Подобное распределение пациентов ОГ и КГ было продемонстрировано и в отношении снижения частоты феномена «игнорирования» паретичной руки (10 % и 60 %, соответственно, $p = 0,003$). Однако эффективность движений улучшилась только у части пациентов

ОГ, но не в контроле. В целом, следует отметить, что динамика показателей двигательной активности пораженной верхней конечности в процессе комплексной реабилитации была более интенсивной при дополнительном использовании в программе ЛФК нового тренажера «Перчатка» за счет статистически достоверного снижения спастичности мышц руки и, в частности, кистей и пальцев, включая их дистальные отделы. Это позволило значимо улучшить мануальную активность (включая жестикуляционно-коммуникативную функцию верхней конечности по тесту Френчай) в разделе не только «крупных», «недифференцированных», «незрелых» движений, преимущественно за счет увеличения объема движений в крупных суставах, способности захватывать, удерживать и отпускать большой предмет (характерно для пациентов КГ), но и «мелких» моторных навыков, в том числе повысить качество и скорость цилиндрического и щипкового захвата предмета (рис. 2). Большинство пациентов со спастической гемиплегией, прошедших курс интенсивной реабилитации с применением усовершенствованного способа коррекции спастичности верхней конечности, также демонстрировали значимое улучшение способности осуществлять изолированные движения пальцами и характеристик графических навыков по дополнительной методике В.Г. Босых и Н.Т. Павловской.



* – $p < 0,05$ – статистически значимые различия между группами по U-критерию.

РИС. 2. Показатели субтестов теста ARAT в ОГ и КГ в баллах. А – до лечения; Б – после лечения

FIG. 2. Indicators of ARAT's subtests in the main and control groups. A – pre-treatment; B – post-treatment

ТАБЛИЦА 2
АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЙ ПО ШКАЛАМ ОЦЕНКИ
МАНУАЛЬНЫХ НАВЫКОВ У ПАЦИЕНТОВ
ОСНОВНОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУПП ДО И ПОСЛЕ
ЛЕЧЕНИЯ

Показатель	Период	ОГ (n = 20)	КГ (n = 20)	$p_{\text{и}}$	$p_{\text{w}} \text{ ОГ} / p_{\text{w}} \text{ КГ}$
Тест Френчай, балл	исходно	3[2-6,5]	4[2-6,5]	0,913	0,036/
	после лечения	6[5-8]	5[3-8]	0,061	0,745
Тест ARAT, общий балл	исходно	23[7,5-27,5]	21,5[8-34,5]	0,924	0,017/
	после лечения	35,5[17,5-53,5]	24,5[13-39,5]	0,116	0,528
Методика В.Г. Босых и Н.Т. Павловской, балл	исходно	21[19,5-28]	25,5[21-31,5]	0,171	0,027/
	после лечения	31,5[25,5-35]	28,5[24-32,5]	0,328	0,354

Примечание: данные представлены в виде Me [25%–75%]. ARAT – Action Research Arm Test, тест моторной активности руки. $p_{\text{и}}$ - уровень статистической значимости различий между ОГ и КГ по критерию манна-Уитни; p_{w} - уровень статистической значимости различий в группах по T критерию Уилкоксона.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Дополнительное включение в программу краткосрочной интенсивной реабилитации детей с гемиплегической формой ДЦП тренировок нового медицинского тренажера для коррекции спастичности рук «Перчатка» позволило достичь достоверно лучшего результата лечения в условиях неврологического отделения со значимым снижением гипертонуса мышц верхней конечности тонуса, увеличением объема

TABLE 2
ANALYSIS OF DIFFERENCES IN THE SCALES FOR
ASSESSING MANUAL SKILLS IN PATIENTS OF THE
MAIN AND CONTROL GROUPS BEFORE AND AFTER
TREATMENT

и точности движений, в том числе в разделе мелких дифференцированных актов, с устранением феномена «игнорирования» паретичной руки.

Обсуждение основного результата исследования

К настоящему времени разработано множество программ, методов и устройств для реабилитации двигательных функций при ДЦП, большинство из которых прочно зарекомендовали себя в медицинских и пациентских (родительских) сообществах благодаря высокой эффективности и снижению социально-экономической нагрузки на семью и государство. Однако лечебное действие многих из них нацелено преимущественно на развитие мышц нижней половины туловища и ног и выработку физиологического паттерна ходьбы [4, 20-22]. При этом актуальной и сложной задачей в науке и клинической неврологии детского возраста остаются теоретические и практические аспекты реабилитации детей с нарушением функции верхних конечностей. Следует отметить, что руки человека имеют важное значение на всех этапах онтогенеза для становления функций вертикализации и равновесия, что, в свою очередь, позволяет ребенку освободить верхние конечности для выполнения сложных манипуляций, формирования и совершенствования тонких дифференцированных двигательных актов (в том числе рисования и письма) и навыков самообслуживания [15]. В функциональном отношении кисть является наиболее важной частью верхней конечности [23]. Для детей с церебральным параличом патогномичными симптомами являются установка предплечья в состоянии пронации, сгибательная контрактура дистального отдела верхней конечности и отсутствие возможности отведения большого пальца кисти, что затрудняет или исключает предметно-манипулятивную деятельность и, в свою очередь, осложняет процесс реабилитации и снижает ее эффективность [24]. При выраженной степени пареза и органическом поражении головного мозга данные двигательные нарушения сопровождаются феноменом «игнорирования» паретичной руки, как было продемонстрировано и в нашем исследовании. Исходя из высокой функциональной значимости верхней конечности в процессе повседневной деятельности, актуальной задачей является раннее и полное восстановление ее моторной активности.

Наше исследование не является пионерским в этой области, в том числе среди отечественных разработок реабилитационных тренажеров для восстановления функции верхней конечности. В обзорах Е.А. Бирюкова и соавт. (2022), Chen Y.P. et al. (2016) и Cardone D. et al. (2025) подчеркнута значимость современных реабилитационных технологий для улучшения функции верхней конечности [25-27]. Однако, изученные работы в этом направлении, у пациентов с ДЦП в основном демонстрируют применение роботизированных тренажеров и устройств, снабженных биологической обратной связью или компьютерным нейроинтерфейсом, где выработка правильного двигательного стереотипа верхней конечности осуществляется преимущественно за счет

пассивного режима тренировок и приобретения ребенком адаптивного сенсомоторного опыта. В нашей разработке отсутствуют роботизированные элементы, ребенку необходимо приложение произвольного усилия для выполнения активных действий верхней конечностью. Однако игровой характер тренировок помог повысить мотивацию к занятиям и их эффективность, подобно ранее созданным устройствам для реабилитации. Следует выделить 4 исследования, в которых пациенты, как и в нашей работе, страдали гемиплегической формой ДЦП и имели сходную тяжесть двигательных нарушений по GMFSC и MACS [9, 28-30], в одном из которых [29] кратность и экспозиция интервенции с помощью тренажера соответствовали заявленной нами (10 дней, по 30 мин. в день). Авторами получены сходные результаты в отношении улучшения мелких дифференцированных движений кисти и пальцев, скорости и точности манипуляций, и появление бимануальной активности, то есть снижения частоты феномена «приученного» неиспользования, как продемонстрировано и в данном исследовании у детей со спастической гемиплегией. Важность использования ФЭС (предусмотренной в разработанном устройстве) в комплексе с кинезиотерапией также подтверждена в работе Kim T-W. et al. (2016) для коррекции спастичности и стимуляции мышц-экстензоров запястья, и как следствие, улучшения разгибания кисти и показателей мелкой моторики кисти и пальцев [30].

Основной задачей нейрореабилитации пациентов с паралитическими синдромами является восстановление функции движения и предупреждение вторичных биомеханических осложнений. К сожалению, выраженная спастичность мышц при ДЦП нарушает качество жизни пациентов и их семей, препятствует формированию сложных двигательных актов, а также затрудняет осуществление реабилитационных мероприятий, при этом единого радикального способа ее коррекции не существует, что делает научные исследования и инновационные разработки в этом направлении приоритетными и обоснованными. Подобный вектор научных изысканий задан в выполненном исследовании.

Ограничения исследования

Основным ограничением нашего исследования явился малый объем выборки пациентов со спастической гемиплегией и численность участников в группах сравнения, что не позволяет однозначно транслировать полученные результаты на общую популяцию больных с данной формой ДЦП. Следует отметить, что полученные нами результаты согласуются с гипотезой о том, что комплексные программы реабилитации, направленные на восстановление функции движения при ДЦП более эффективны у детей с легкой и умеренной степенью тяжести двигательных нарушений. Однако указанное ограничение исследования не позволило нам проанализировать эффективность усовершенствованного способа коррекции спастичности мышц верхней конечности у пациентов всех функциональных классов GMFCS (I-V). С другой стороны, получение желаемого результата лечения только у части пациентов диктует

необходимость включения в устройство разработанного тренажера опций для более эффективного процесса реабилитации, повышения мотивации и приверженности к лечению, а также программного анализа полученных данных, таких как биологическая обратная связь и КНИ. К ограничениям данного исследования можно отнести и отсутствие катamnестического наблюдения за пролеченными пациентами для оценки долгосрочных эффектов реабилитации. Необходимы дальнейшие исследования для оценки эффективности нового медицинского тренажера «Перчатка», разработка и клиническое применение обновленных моделей с учетом выявленных ограничений настоящей работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От рациональности подобранной комплексной реабилитации у детей с ДЦП зависит дальнейший прогноз заболевания с регрессом нарушенных моторных функций, либо трансформацией в стойкий двигательный дефект. Для разработки оптимальных сочетаний методов реабилитации и определения параметров процедур восстановительного лечения необходим анализ сравнительной эффективности и оценки непосредственных и отсроченных результатов применения лечебно-реабилитационных методов и устройств. В нашем исследовании применение усовершенствованного способа коррекции спастичности мышц верхней конечности у пациентов с гемиплегией показало положительную динамику в отношении снижения патологического тонуса мышц верхней конечности, увеличения объема и точности движений, в том числе в разделе мелких дифференцированных актов, с устранением феномена «игнорирования» паретичной руки. Таким образом, применение нового медицинского тренажера в комплексной терапии детей с гемипаретической формой ДЦП позволяет повысить ее эффективность относительно стандартных методик реабилитации. Однако вопрос о долгосрочности эффекта подобных тренировок остается открытым и требует оценки более длительного применения тренажера для самореабилитации в межстационарный период. В связи с этим, разработка лечебно-восстановительных программ, основанных на новых технологиях немедикаментозной коррекции нарушений двигательных функций у детей с паралитическими синдромами и ДЦП, обеспечивающих непрерывность реабилитационного процесса за счет преемственности между стационарным и амбулаторным этапами, и быстрая их трансляция в практическое здравоохранение, являются актуальными направлениями инновационных исследований и разработок в современной нейрореабилитации.

Финансирование

Работа выполнена в рамках темы поисковых научных исследований «Прикладные аспекты реабилитации детей с неврологическими нарушениями» по государственному заданию ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Выражение благодарности

Авторы статьи выражают признательность врачам отделения неврологии Клиники ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ Дутовой Н.Я. и Таскаевой Т.В. за участие в сборе клинического материала, а также медицинскому персоналу отделения физиотерапии, ЛФК и массажа Клиники ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ за помощь в проведении реабилитационных процедур программы исследования.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Детский церебральный паралич (ДЦП). Клинические рекомендации. *Вестник восстановительной медицины*. 2017; 3(79): 91-114. [Cerebral palsy (CP). Clinical guidelines. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*. 2017; 3(79): 91-114. (In Russ.)].
2. Намазова-Баранова Л.С., Деев И.А., Кобякова О.С., Куликова К.В., Куликов Е.С., Желев В.А. и др. Особенности соматической патологии у детей с низкой, очень низкой и экстремально низкой массой тела при рождении в различные возрастные периоды жизни. *Бюллетень сибирской медицины*. 2016; 15(4): 140-149. [Namazova-Baranova LS, Deev IA, Kobyakova OS, Kulikova KV, Kulikov ES, Zhelev VA, et al. Features of somatic pathology in children with low, very low and extremely low birth weight at different ages of life (review of the world literature). *Byulleten' sibirskoj mediciny*. 2016; 15(4): 140-149. (In Russ.)]. doi: 10.20538/1682-0363-2016-4-140-149
3. Дейнеко В.В., Крысюк О.Б., Сафонов Л.В., Шурыгин С.Н. Современные возможности и прогноз физической реабилитации детей с церебральным параличом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020; 120(6): 88-91. [Deineko VV, Krysyuk OB, Safonov LV, Shurygin SN. Modern opportunities and prognosis of physical rehabilitation of children with cerebral palsy. *Zhurnal neurologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2020; 120(6): 88-91. (In Russ.)]. doi: 10.17116/jnevro202012006188
4. Бугун О.В., Машанская А.В., Аталян А.В., Михнович В.И., Белогорова Т.А., Власенко А.В. и др. Комплексная реабилитация пациентов с двигательными нарушениями при спастических формах ДЦП. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021; 6(6-2): 82-91. [Bugun OV, Mashanskaya AV, Atalyan AV, Mihnovich VI, Belogorova TA, Vlasenko AV, et al. Comprehensive rehabilitation of patients with movement disorders with spastic forms of cerebral palsy. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021; 6(6-2): 82-91. (In Russ.)]. doi: 10.29413/ABS.2021-6.6-2.9
5. Семенова Е.В., Клочкова Е.В., Коршикова-Морозова А.Е., Трухачёва А.В., Заблоцкис Е.Ю. Реабилитация детей с ДЦП: обзор современных подходов в помощь реабилитационным центрам. М.: *Лепта Книга*, 2018. [Semenova EV, Klochkova EV, Korshikova-Morozova AE, Truhachyova AV, Zablockis EYu, et al. Rehabilitation of children with cerebral palsy: review of modern approach-

es to help rehabilitation centers. М.: *Lepta Kniga*, 2018. (In Russ.).

6. Лупандина-Болотова Г.С., Клочкова О.А., Жердев К.В., Игнатов Д.А., Намазова-Баранова Л.С., Поляков С.Д. и др. Оптимизация ранней физической реабилитации пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича. *Педиатрическая фармакология*. 2014; 11(5): 104–108. [Lupandina-Bolotova GS, Klochkova OA, Zherdev KV, Ignatov DA, Namazova-Baranova LS, Polyakov SD, et al. Optimization of early physical rehabilitation of patients with spastic infantile cerebral palsies. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2014; 11(5): 104-108. (In Russ.). doi: 10.15690/pf.v11i5.1173

7. Бердина О., Михнович В., Белогорова Т., Власенко А., Большакова С., Бугун О. и др. Реабилитация детей со спастическими формами ДЦП (новые технологии). *Врач*. 2019; 30(9): 52-56. [Berdina O, Mihnovich V, Belogorova T, Vlasenko A, Bolshakova S, Bugun O. Rehabilitation of children with spastic forms of cerebral palsy (new technologies). *Vrach*. 2019; 30(9): 52-56. (In Russ.). doi: 10.29296/25877305-2019-09-10

8. Коваленко А.П., Камаева О.В., Полещук Ю.Р., Ковлен Д.В. Шкалы и тесты в реабилитации и лечении пациентов со спастичностью верхней конечности. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020; 4: 107-114. [Kovalenko AP, Kamaeva OV, Poleshchuk YuR, Kovlen DV. Scales and tests in the rehabilitation and treatment of patients with spasticity of the upper limbs. *Zhurnal nevrologii i psichiatrii im. S.S. Korsakova*. 2020; 120(4): 107-114. (In Russ.). doi: 10.17116/jnev-ro2020120041107

9. Лунина Н.В., Скорюкова К.С. Применение игровой биоуправляемой механотерапии в восстановлении моторных функций верхней конечности при гемипаретической форме детского церебрального паралича. *Современные вопросы биомедицины*. 2023; 7(1). [Lunina NV, Skoryukova KS. Application of game biocontrolled mechanotherapy in the restoration of motor functions of the upper limb in hemiparetic form of childhood cerebral palsy. *Sovremennye voprosy biomeditsiny*. 2023; 7(1). (In Russ.). doi: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_19

10. Лысов П.К. *Анатомия*. М.: Физическая культура и спорт, 2010. [Lysov PK. *Anatomy*. М.: *Fizicheskaya kul'tura i sport*, 2010].

11. Бердина О.Н., Михнович В.И., Белогорова Т.А., Большакова С.Е., Рычкова Л.В. Применение миорелаксантов в комплексной реабилитации детей со спастико-дискинетическими формами детского церебрального паралича. *Фарматека*. 2017; 11: 63-66. [Berdina ON, Mihnovich VI, Belogorova TA, Bolshakova SE, Rychkova LV. Use of muscle relaxants in complex rehabilitation of children with spastic-dyskinetic forms of cerebral palsy. *Far-mateka*. 2017; 11: 63-66. (In Russ.). doi: 10.18565/pharmateca.2018.s4.54-57

12. Rychkova L, Mihnovich V, Belogorova T, Vlasenko A, Dutova N, Taskaeva T. Rehabilitation of children with spastic cerebral palsy after botulinum toxin therapy. *Arch Dis Childh*. 2017; 102(S2): A149-A150. doi: 10.1136/archdischild-2017-313273.388

13. Куренков А.Л., Клочкова О.А., Змановская В.А., Фальковский И.В., Кенис В.М., Владыкина Л.Н. и др. Обновленный и дополненный российский консенсус по применению многоуровневых инъекций abobotulinumtoxin A у детей. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2024; 16(6): 125-133. [Kurenkov AL, Klochkova OA, Zmanovskaya VA, Falkovskij IV, Kenis VM, Vladykina LN, et al. Updated and revised Russian consensus on the use of multilevel injections of abobotulinumtoxin A in children. *Nevrologiya, nejropsihiatriya, psihosomatika*. 2024; 16(6): 125-133. (In Russ.). doi: 10.17116/jnevro2016116111121-130

14. Машанская А.В., Бугун О.В., Аталян А.В., Михнович В.И., Белогорова Т.А., Власенко А.В. и др. Опыт применения ботулинотерапии и кинезиоплатформы-качелей в программе медицинской реабилитации детей. *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2022; 28(1): 91. [Mashanskaya AV, Bugun OV, Atalyan AV, Mihnovich VI, Belogorova TA, Vlasenko AV, et al. Experience of using botulinum therapy and «kinesioplatform-swing» in the program of medical rehabilitation of children. *Vestnik fizioterapii i kurortologii*. 2022; 28(1): 91. (In Russ.).

15. Легкая Е.Ф., Ходасевич Л.С., Полякова А.В. Лечебная физкультура для развития манипулятивной деятельности рук у больных детским церебральным параличом. *Медицинская сестра*. 2018; 2(20): 32-38. [Legkaya EF, Khodasevich LS, Polyakova AV. Exercise therapy for development of in-hand manipulation skills in patients with infantile cerebral palsy. *Meditsinskaya sestra*. 2018; 2(20): 32-38. (In Russ.). doi: 10.29296/25879979-2018-02-06

16. Бергер А.Б., Кончугова Т.В. Применение чрезкожной электронейростимуляции на II этапе медицинской реабилитации при ишемическом инсульте: контролируемое рандомизированное исследование. *Вестник восстановительной медицины*. 2025; 24(3): 140-146. [Berger AB, Konchugova TV. Transcutaneous electrical neurostimulation at the second stage of medical rehabilitation in ischemic stroke: a controlled randomized study. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*. 2025; 24(3): 140-146. (In Russ.). doi: 10.38025/2078-1962-2025-24-3-140-146

17. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю., Намазова-Баранова Л.С., Терлецкая Р.Н. *Состояние здоровья детей в современной России; 2-е изд., доп.* М.: ООО Изд-во «Педиатр», 2020. [Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Albitskii VYu, Terletskaia RN, Antonova EV. The condition and problems of adolescents' health in Russia. М.: ООО Изд-во «Pediater», 2020. (In Russ.).

18. Булекбаева Ш.А., Лисовский Е.В., Ризванова А.Р., Дарибаев Ж.Р. *Диагностические шкалы и тесты в нейро-реабилитации: руководство для врачей.* Астана: АО «Республиканский детский реабилитационный центр», 2015. [Bulekbaeva ShA, Lisovskij EV, Rizvanova AR, Daribaev ZhR. Diagnostic scales and tests in neurorehabilitation: a guide for doctors. Astana: АО «Respublikanskij detskij rehabilitacionnyj centr», 2015. (In Russ.).

19. Босых В.Г., Павловская Н.Т. Оценка тяжести двигательных нарушений при ДЦП в форме спастич-

ческой диплегии. *Специальная психология*. 2005; 1(3): 21–27. [Bosykh VG, Pavlovskaya NT. Assessment of the severity of movement disorders in cerebral palsy in the form of spastic diplegia. *Special'naya psikhologiya*. 2005; 1(3): 21–27. (In Russ.)].

20. Лобзин Ю.В., Иванова М.В., Скрипченко Н.В., Пульман Н.Ф., Войтенков В.Б., Найдин Е.Ю. Опыт применения роботизированной механотерапии в реабилитации детей с двигательными нарушениями различного генеза. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; 1: 22–26. [Lobzin YuV, Ivanova MV, Skripchenko NV, Pulman NF, Vojtenkov VB, Najdin EYu. Experience of using robotic mechanotherapy in rehabilitation of children with motor disorders of various genesis. *Medicina ekstremal'nyh situacij*. 2015; 1: 22–26. (In Russ.)].

21. Мосина М.О., Батышева Т.Т., Тихонов С.В., Селиванова Е.А. Экзоскелеты в комплексной реабилитации детей с нарушением функции ходьбы. *Детская и подростковая реабилитация*. 2022; 1(46): 27–38. [Mosina MO, Batysheva TT, Tikhonov SV, Selivanova EA. Exoskeletons in comprehensive rehabilitation of children with walking disorders. *Detskaya i podrostkovaya reabilitaciya*. 2022; 1(46): 27–38. (In Russ.)].

22. Wang Y, Zhang P, Li C. Systematic review and network meta-analysis of robot-assisted gait training on lower limb function in patients with cerebral palsy. *Neurol Sci*. 2023; 44(11): 3863–3875. doi: 10.1007/s10072-023-06964-w

23. Воловец С.А., Бадалов Н.Г., Бородулина И.В., Яковлев М.Ю. Эффективность применения аппаратного комплекса с биологически обратной связью в реабилитации детей с нарушением функции верхних конечностей. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022; 99(5): 37–47. [Volovets SA, Badalov NG, Borodulina IV, Yakovlev MYu. Efficiency of using a hardware complex with biological feedback in the rehabilitation of children with impaired upper limb function. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury*. 2022; 99(5): 37–47. (In Russ.)]. doi: 10.17116/kurort20229905137

24. Бадалян Л.О., Журба Л.Т., Тимонина О.В. *Детские церебральные параличи: ДЦП, ЛФК*. Неврология. М.: Книга по Требованию, 2013. [Badalyan LO, Zhurba LT, Timonina OV. Cerebral palsy in children: CP, exercise therapy. Neurology. М.: *Kniga po Trebovaniyu*, 2013. (In Russ.)].

25. Бирюков Е.А., Ястребцева И.П. Значение современных роботизированных реабилитационных технологий для улучшения функции верхней конечности. *Доктор.Ру*. 2022; 21(8): 39–43. [Biryukov EA, Yastrebtseva IP. The importance of modern robotic rehabilitation technologies for improving upper limb function. *Doktor. Ru*. 2022; 21(8): 39–43. (In Russ.)]. doi: 10.31550/1727-2378-2022-21-8-39-43

26. Cardone D, Perpetuini D, Di Nicola M, Merla A, Morone G, Ciancarelli I, et al. Robot-assisted upper limb therapy for personalized rehabilitation in children with cerebral palsy: a systematic review. *Front. Neurol*. 2025; 15: 1499249. doi: 10.3389/fneur.2024.1499249

27. Chen YP, Howard AM. Effects of robotic therapy on upper-extremity function in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Neurorehabil*. 2016; 19(1): 64–71. doi: 10.3109/17518423.2014.899648

28. El-Shamy SM. Efficacy of Armeo® robotic therapy versus conventional therapy on upper limb function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2018; 97(3): 164–169. doi: 10.1097/PHM.0000000000000852

29. Roberts H, Shierk A, Clegg NJ, Baldwin D, Smith L, Yeatts P, et al. Constraint induced movement therapy camp for children with hemiplegic cerebral palsy augmented by use of an exoskeleton to play games in virtual reality. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2020; 41: 150–65. doi: 10.1080/01942638.2020.1812790

30. Kim T-W, Lee B-H. Clinical usefulness of brain-computer interface-controlled functional electrical stimulation for improving brain activity in children with spastic cerebral palsy: a pilot randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28: 2491–2494. doi: 10.1589/jpts.28.2491

Сведения об авторах

Белогорова Татьяна Альбертовна – кандидат медицинских наук, врач-невролог, заведующая неврологическим отделением Клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: belogorova.tat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8982-9282>

Машанская Александра Валерьевна – кандидат медицинских наук, врач физической и реабилитационной медицины Клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», доцент кафедры физической и реабилитационной медицины Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; e-mail: ale-mashanskaya@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1792-6822>

Власенко Анастасия Вячеславовна – кандидат медицинских наук, врач-невролог, физиотерапевт, заведующая отделением физиотерапии, ЛФК и массажа Клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: clin.fizio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7083-5474>

Михнович Ванда Иосифовна – кандидат медицинских наук, врач-невролог отделения неврологии Клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: mihvini@irk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8421-7028>

Литвинцева Ольга Михайловна – врач ЛФК Клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: litvintseva-o@mail.ru

Бердина Ольга Николаевна – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории сомнологии и нейрофизиологии ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: goodnight_84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0930-6543>

Бугун Ольга Витальевна – доктор медицинских наук, заместитель директора по клинической работе, главный врач Клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: clinica@irk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2162-3683>

Поляков Владимир Матвеевич – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории психонейросоматической патологии детского возраста, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: vmpolyakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6243-9391>

Рычкова Любовь Владимировна – доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор, директор ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0117-2563>

Information about the authors:

Tatiana A. Belogorova – Cand. Sc. (Med.), Head of the department of neurology of Clinic of Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: belogorova.tat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8982-9282>

Alexandra V. Mashanskaya – Cand. Sc. (Med.), associate professor at the department of physical medicine and rehabilitation, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; Reflexologist at the department of physiotherapy, physical therapy and massage of Clinic of Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: ale-mashanskaya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1792-6822>

Anastasia V. Vlasenko – Cand. Sc. (Med.), head of the department of physical therapy and massage, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: clin.fizio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7083-5474>

Vanda I. Mikhnovich – Cand. Sc. (Med.), neurologist at the department of neurology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: mihvini@irk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8421-7028>

Olga M. Litvintseva – physician of the exercise and occupation therapy at the Clinic, Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: litvintseva-o@mail.ru

Olga N. Berdina – Dr. Sc. (Med.), leading researcher of the laboratory of somnology and neurophysiology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: goodnight_84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0930-6543>

Vladimir M. Polyakov – Dr. Sc. (Biol.), Leading Research Officer at the Laboratory of Psychoneurosomatic Children's Pathology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: vmpolyakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6243-9391>

Olga V. Bugun – Dr. Sc. (Med.), chief physician of the Clinic, Deputy Director for clinical work, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: clinica_zam1@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2162-3683>

Lyubov V. Rychkova – Dr. Sc. (Med.), corresponding member of the RAS, Professor, Director, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0117-2563>