

**О.А. Клочкова^{1, 2}, А.М. Мамедъяров¹, У.Ш. Ашрафова¹, Е.К. Кармазина¹,
Д.С. Чиркина¹, Л.Х. Ярметова¹**

¹ НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»,
Москва, Российская Федерация

² «Внимание и забота», Москва, Российская Федерация

Применение роботизированной механотерапии в комплексной реабилитации детей с церебральным параличом в раннем периоде после селективной дорзальной ризотомии: проспективное нерандомизированное исследование

Автор, ответственный за переписку:

Клочкова Ольга Андреевна, кандидат медицинских наук, заведующая отделом разработки научных подходов к ведению детей с двигательными нарушениями НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»

Адрес: 119333, Москва, ул. Фотиевой, д. 10, стр. 1, **тел. раб.:** +7 (499) 137-01-97, **тел. моб.:** +7 (916) 316-70-08; **e-mail:** dc.klochkova@gmail.com

Обоснование. Механотерапия является эффективным методом реабилитации пациентов с детским церебральным параличом (ДЦП), однако потенциал ее использования после селективной дорзальной ризотомии (СДР) малоизучен. **Цель исследования** — оценить возможность применения и влияние на двигательные навыки методов роботизированной механотерапии в комплексной реабилитации пациентов, перенесших СДР, в первые месяцы после операции. **Методы.** Проведено проспективное нерандомизированное неконтролируемое одноцентровое исследование с участием 22 детей с двусторонними спастическими формами ДЦП в возрасте от 3,5 до 16,9 года (медиана — 7,2 года), перенесших СДР за 7–25 дней (медиана — 8 дней) до начала реабилитации. На основании осмотра мультидисциплинарной командой специалистов, помимо физических и физиотерапевтических методов реабилитации, пациенты получили по 10 процедур механотерапии: виброплатформа Galileo — 22 (100%) пациента, сенсорная беговая дорожка с системой поддержки и биологической обратной связью Motek C-mill — 12 (54,5%) детей, экзоскелет в детской модификации EA Bambini — 8 (36,4%) пациентов. **Результаты.** За анализируемый период времени у пациентов, использовавших сенсорную дорожку, отмечались статистически значимые улучшения параметров походки: увеличение длины шага как правой, так и левой ногой, более равномерное распределение веса на конечности, увеличение проходимой дистанции и количества шагов в минуту. У пациентов, получавших тренировки с экзоскелетом, значимо увеличилось время тренировки и проходимое расстояние, скорость ходьбы и общее количество шагов за тренировку, отмечалось нарастание произвольной активности пациентов в тренажере. Основными ограничивающими факторами к применению методов были болевой синдром, когнитивные нарушения и психоэмоциональное состояние детей после операции. **Заключение.** Применение методов роботизированной механотерапии может способствовать улучшению выносливости, функциональных навыков и активности пациентов в раннем периоде после СДР, однако назначение конкретных методов должно учитывать индивидуальные ограничения пациентов и сроки, прошедшие от операции.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, спasticность, селективная дорзальная ризотомия, механотерапия, реабилитация

Для цитирования: Клочкова О.А., Мамедъяров А.М., Ашрафова У.Ш., Кармазина Е.К., Чиркина Д.С., Ярметова Л.Х. Применение роботизированной механотерапии в комплексной реабилитации детей с церебральным параличом в раннем периоде после селективной дорзальной ризотомии: проспективное нерандомизированное исследование. *Педиатрическая фармакология*. 2025;22(5):544–552. doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v22i5.2960>

ОБОСНОВАНИЕ

Селективная дорзальная ризотомия (СДР) — нейрохирургический метод коррекции патологического мышечного тонуса (спастичности) в мышцах нижних и реже — верхних конечностей у пациентов с различными неврологическими заболеваниями [1, 2]. Наиболее частой целевой группой для данного вмешательства

служат пациенты с двусторонним спастическим детским церебральным параличом (ДЦП), способные к самостоятельной или ассистированной ходьбе — с уровнями развития больших моторных функций I–III по системе классификации GMFCS (Gross Motor Function Classification System) [3]. Также есть описания применения СДР у пациентов с генетически обусловленными причинами спа-

стичности [4], в частности наследственной спастической параплегией [5, 6], односторонними формами ДЦП [7] и более выраженными двигательными нарушениями (GMFCS IV–V) [8].

СДР подразумевает частичное пересечение задних (чувствительных) корешков спинного мозга на уровне поясничного или (реже) шейного отделов с целью коррекции аfferентного звена рефлекторной регуляции мышечного тонуса при сохранении моторной регуляции [2, 3]. Выбор уровня доступа и пересекаемых чувствительных спинномозговых корешков определяют в ходе клинического тестирования спастичности и гониометрии в каждой группе мышц нижних и верхних конечностей по ранее описанным протоколам [9]. Операция проводится после тщательного отбора пациентов мультидисциплинарной командой специалистов с учетом оптимальных критериев для кандидатов на СДР и реабилитационного потенциала ребенка [1, 10].

Одним из ключевых аспектов достижения максимальных функциональных результатов после СДР является своевременное проведение последовательной и преемственной реабилитации [3, 10, 11]. На сегодняшний день не существует единого общепринятого протокола реабилитации после СДР, что обусловлено как техническими особенностями операции в разных центрах (диктующими разные сроки начала вертикализации и интенсивности нагрузки), так и организацией медицинской помощи в разных странах: доступностью амбулаторной и стационарной реабилитации, финансированием системы

здравоохранения, оснащением центров и т.д. [3]. Однако, несмотря на разногласия, в большинстве публикаций можно выделить основные общие принципы двигательной реабилитации в первый год после СДР: начало с первых дней после операции, непрерывность и преемственность между стационарным и амбулаторным этапами, равномерное распределение нагрузки в зависимости от возраста и двигательных возможностей ребенка, технических аспектов операции, постепенное увеличение интенсивности и продолжительности занятий в первые месяцы после операции и переход на привычный поддерживающий режим тренировок через 3–6 мес после вмешательства [10, 12].

Одним из компонентов комплексной функциональной реабилитации пациентов с ДЦП и другими двигательными нарушениями является применение методов механотерапии, подразумевающей использование специальных аппаратов и устройств, способствующих выполнению определенных движений, корректирующих патологический паттерн или, напротив, требующих дополнительных усилий и тренировки для их выполнения [13, 14]. Применение механотерапии у пациентов с ДЦП направлено на профилактику и коррекцию патологического двигательного стереотипа, тренировку мышечной силы и выносливости, снижение патологического тонуса и улучшение селективного контроля за движениями [15–17]. В структуре методов механотерапии выделяют роботизированную механотерапию, подразумевающую использование роботизированных устройств с нали-

Olga A. Klochkova^{1,2}, Ayaz M. Mamedyarov¹, Ulviya Sh. Ashraphova¹, Elena K. Karmazina¹, Darya S. Chirkina¹, Leyla Kh. Yarmetova¹

¹ Pediatrics and Child Health Research Institute in Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russian Federation

² The school of Home Nursing “Attention and Care”, Moscow, Russian Federation

Robotic Mechanotherapy in the Comprehensive Rehabilitation of Children with Cerebral Palsy in the Early Period after Selective Dorsal Rhizotomy: a Prospective Non-Randomized Study

Background. Mechanotherapy is an effective method of rehabilitation for patients with cerebral palsy (CP), but its potential use after selective dorsal rhizotomy (SDR) is poorly understood. **The aim of the study is** to evaluate the feasibility and impact of robotic mechanotherapy methods on the motor skills of patients with spinal cord injury in the first months after surgery. **Methods.** A prospective, non-randomized, uncontrolled, single-center study was conducted involving 22 children with bilateral spastic forms of cerebral palsy aged 3.5 to 16.9 years (median age: 7.2 years) who had undergone SDR 7 to 25 days (median: 8 days) before the start of rehabilitation. Based on an examination by a multidisciplinary team of specialists, in addition to physical and physiotherapeutic rehabilitation methods, the patients received 10 mechanotherapy procedures: Galileo vibration platform for 22 (100%) patients, Motek C-mill sensory treadmill with support system and biofeedback for 12 (54.5%) children, and EA Bambini exoskeleton for 8 (36.4%) patients. **Results.** During the analyzed period of time, patients who used the sensory track showed statistically significant improvements in their gait parameters: an increase in the length of their steps with both their right and left legs, a more even distribution of weight on their limbs, and an increase in their walking distance and number of steps per minute. Patients who received training with an exoskeleton showed a significant increase in their training time and walking distance, as well as an increase in their walking speed and total number of steps per training session, and an increase in their voluntary activity on the simulator. The main limiting factors for the usage of these methods were pain syndrome, cognitive impairments, and the psychoemotional state of children after surgery. **Conclusion.** The use of robotic mechanotherapy methods can help improve patients' endurance, functional skills, and activity in the early post-SDR period, but the selection of specific methods should take into account individual patient limitations and the time elapsed since surgery.

Keywords: cerebral palsy, spasticity, selective dorsal rhizotomy, mechanotherapy, rehabilitation

For citation: Klochkova Olga A., Mamedyarov Ayaz M., Ashraphova Ulviya Sh., Karmazina Elena K., Chirkina Darya S., Yarmetova Leyla Kh. Robotic Mechanotherapy in the Comprehensive Rehabilitation of Children with Cerebral Palsy in the Early Period after Selective Dorsal Rhizotomy: a Prospective Non-Randomized Study. *Pediatriceskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology*. 2025;22(5):544–552. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v22i5.2960>

чием обратной связи и применением игровой или виртуальной среды [17]. В систематических обзорах было установлено положительное влияние применения роботизированных систем у пациентов с ДЦП на функции верхних и нижних конечностей, что не только улучшает параметры движений, но и может способствовать повышению участия пациентов в повседневной и социальной активности, улучшению качества жизни [18, 19].

В найденных иностранных источниках, посвященных реабилитации пациентов после СДР, речь идет, в первую очередь, о характере двигательных нагрузок и интенсивности тренировок, но не приводится подробных рекомендаций о применении тех или иных методов, относящихся к механотерапии [3]. В отечественной литературе в последние годы вопросу реабилитации после СДР стало уделяться все большее внимание [10, 11, 20], но в имеющихся источниках нет подробной информации о возможностях использования механотерапии после СДР. Нам встретились единичные публикации о положительном опыте применения роботизированных систем (тренажера «Локомат») в раннем периоде после ортопедических операций у пациентов с ДЦП [21], а также в группе из 40 детей с различными нейроортопедическими заболеваниями в раннем послеоперационном периоде, в том числе у 6 из них после СДР при ДЦП [22].

Учитывая, что первый этап реабилитации после СДР нередко проходит в условиях стационара [3, 12], на наш взгляд, представляется практически значимым рассмотреть вопрос о расширении возможностей применения имеющихся в арсенале реабилитационных центров методов роботизированной механотерапии для оптимизации ранней послеоперационной реабилитации.

Цель исследования

Оценить возможность применения и влияние на двигательные навыки методов роботизированной механотерапии в комплексной реабилитации пациентов, перенесших СДР, в первые месяцы после операции.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено проспективное нерандомизированное неконтролируемое одноцентровое исследование группы пациентов, проходивших реабилитацию в ранние сроки после операции СДР с применением методов обычной и роботизированной механотерапии.

Условия проведения исследования

Отбор пациентов, реабилитация и оценка результатов исследования проводились на базе детского психоневрологического отделения НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» (Москва).

Операция СДР всем пациентам, включенным в исследование, была проведена на базе Отделения нейрохирургии НИКИ педиатрии им. акад. Ю. Е. Вельтищева ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) (Москва) по единому ранее описанному протоколу [23].

Включение пациентов в исследование проводилось в период с мая 2023 по апрель 2025 г.

Все пациенты, включенные в исследование, были госпитализированы в детское психоневрологическое отделение для прохождения комплексного восстановительного лечения после операции СДР. Продолжительность госпитализации составила от 11 до 13 дней.

В первый день госпитализации каждого пациента осматривала мультидисциплинарная бригада врачей-специалистов, включавшая педиатра, невролога, ортопеда, врача лечебной физической культуры и физиотерапевта, оценивались текущее состояние пациента, реабилитационный потенциал, наличие противопоказаний к тем или иным методам реабилитации, определялись индивидуальные цели реабилитации. На основании оценки общего соматического, неврологического и ортопедического статусов пациента, целей реабилитации составлялась индивидуальная программа реабилитации, включавшая занятия индивидуальной лечебной физкультурой, массаж, физиопроцедуры, направленные, в первую очередь, на уменьшение послеоперационного болевого синдрома, поддержание объема движений в конечностях и повышение функциональной активности пациента. В зависимости от индивидуальных показаний занятия дополнялись тренировками с использованием механотерапии, как обычной — виброплатформа Galileo (Novotec Medikal, Германия), так и роботизированной: экзоскелет в детской модификации EA Bambini (ООО «ЭкзоАтлет», Россия), реабилитационный комплекс — сенсорная беговая дорожка с системой поддержки и биологической обратной связью (БОС) Motek C-mill (Motek, Нидерланды). Продолжительность каждой процедуры — 30 мин (могла быть уменьшена в первые дни реабилитации в зависимости от переносимости пациентом), продолжительность курса — 10 дней. Процедуры проводились ежедневно, начиная с первого или второго дня госпитализации.

Оценка исходных параметров и результатов вмешательства проводилась соответственно в первый и последний день запланированного курса реабилитации.

Критерии соответствия

Критерии включения пациентов в исследование:

- 1) возраст пациента от 2 до 17 лет на момент проведения операции СДР;
- 2) срок не менее 7 дней и не более 1 мес от СДР на момент начала комплексной реабилитации с использованием роботизированной механотерапии (минимальный срок обусловлен необходимостью заживления послеоперационной раны и возможностью начала вертикализации пациента);
- 3) наличие у пациента спастической формы ДЦП;
- 4) уровень больших моторных функций GMFCS I–IV до СДР (возможность самостоятельной или ассистированной вертикализации).

Критерии невключения:

- 1) наличие послеоперационных осложнений или противопоказаний к проведению реабилитации;
- 2) несоответствие антропометрических данных пациента техническим возможностям проведения механотерапии на всех имевшихся тренажерах (при возможности проведения хотя бы одного типа процедур пациент включался в исследование);
- 3) наличие тяжелой интеллектуальной недостаточности или нарушений поведения, препятствующих проведению реабилитации.

Критерии исключения:

- 1) отказ пациента или его законных представителей от проведения всех предложенных методов механотерапии в рамках комплексной реабилитации;

- 2) появление серьезных нежелательных явлений или противопоказаний к продолжению комплексной реабилитации.

Целевые показатели исследования

Основной показатель исследования

Изменение параметров самостоятельной или ассирированной ходьбы пациентов после курса комплексной реабилитации с применением роботизированной механотерапии в раннем периоде после СДР.

Дополнительные показатели исследования

Выявление индивидуальных параметров пациентов, потенциально влияющих на выбор, переносимость и эффективность применения методов роботизированной механотерапии после СДР.

Методы измерения целевых показателей

Для оценки влияния проведенной реабилитации на функциональную активность пациента использовали данные аппаратно-программного обеспечения тренажеров для роботизированной механотерапии. В частности, с использованием экзоскелета оценивали изменение комфортной продолжительности тренировки, проходимого расстояния, средней скорости и процента активности (участия ребенка в совершении движения в экзоскелете), общего количества шагов. С использованием данных реабилитационного комплекса Motek C-mill оценивали ширину шага, длину шага и время опоры для каждой конечно-стисти, распределение веса и частоту шагов в минуту.

Оценка ходьбы пациентов осуществлялась в рекомендованных ортезах и/или ортопедической обуви. Отсутствие самостоятельной ходьбы не являлось препятствием для проведения реабилитации и оценки результатов, поскольку как в экзоскелете, так и в подвесной системе реабилитационного комплекса Motek C-mill обеспечивается компенсация и поддержка постурального контроля пациента.

Статистические процедуры

Принципы расчета размера выборки

Размер выборки предварительно не рассчитывался.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Microsoft Office Excel (США), Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США). Для описания количественных данных указывали медиану, минимальное и максимальное значения (Me ($min-max$)). Качественные показатели описывали в абсолютных значениях и в долях (%) от общего числа. Сравнение зависимых групп проводили с использованием критерия Вилкоксона, сравнение независимых групп — с использованием критерия Манна — Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Этическая экспертиза

Законные представители пациентов были проинформированы о целях, задачах и методах исследования, при поступлении в отделение подписывали информированное добровольное согласие на проведение описываемых вмешательств. Исследование является частью научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка технологии применения роботизированной механотерапии у детей-инвалидов раннего возраста для формирования правильного паттерна самостоятельных движений» — FURG-2023-0076, выполняемой в НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Формирование выборки исследования

Всего за указанный период времени в отделение были госпитализированы для проведения первичного курса реабилитации после СДР 29 детей. Из них критериям соответствовали и были включены в исследование 22 ребенка. Все пациенты получили запланированные вмешательства и успешно завершили участие в исследовании.

Характеристики выборки (групп) исследования

Из 22 включенных в исследование детей 10 (45,5%) были мальчиками. Возраст участников на момент проведения СДР составил от 3,5 до 16,9 года, медиана — 7,2 года. От СДР до начала реабилитации прошло от 7 до 25 дней, медиана — 8 дней. У всех детей были двусторонние спастические формы ДЦП, из них у 19 (86,4%) человек — спастическая диплегия, у 3 — спастический тетрапарез. По уровням больших моторных функций пациенты распределились следующим образом: GMFCS II — 2 (9,1%), GMFCS III — 14 (63,6%), GMFCS IV — 6 (27,3%) человек.

В анамнезе у 4 пациентов ранее было по 1 мягкотканной ортопедической операции, у 1 пациента 15,7 года с GMFCS IV — 3 мягкотканые ортопедические операции. Ранее проведенные ортопедические операции не являлись противопоказанием для комплексной реабилитации с использованием механотерапии.

На основании осмотра пациентов мультидисциплинарной командой специалистов по индивидуальным показаниям из методов механотерапии были использованы следующие вмешательства:

- 1) виброплатформа Galileo (в положении сидя) — у всех 22 (100%) пациентов;
- 2) сенсорная беговая дорожка с системой поддержки и БОС Motek C-mill — с учетом послеоперационного состояния могла быть применена у 14 пациентов, однако после нескольких пробных тренировок занятия были продолжены только у 12 (54,5%) детей, которые смогли продуктивно выполнять предложенные задания;
- 3) экзоскелет в детской модификации EA Bambini — пробные тренировки проведены у 10 пациентов, соответствовавших по своим антропометрическим данным размерам экзоскелета, из них 8 (36,4%) пациентов смогли пройти полный курс занятий.

Распределение пациентов, прошедших полный курс запланированных занятий с использованием разных методов механотерапии, представлено в табл. 1. У 7 (31,8%) пациентов одновременно применяли все три метода механотерапии, у 6 (27,3%) — два метода — виброплатформу и беговую дорожку или экзоскелет, у 9 пациентов (40,9%) — только один метод реабилитации — виброплатформу.

Основные результаты исследования

Из анализируемых методов механотерапии виброплатформа была использована у всех участников исследования. Процедура хорошо переносилась пациентами, и в 18 (81,8%) случаях удалось постепенно значительно увеличить продолжительность процедуры ($p = 0,0002$) от исходных 1–3 мин (медиана — 3 мин) до 2–9 мин (медиана — 6 мин).

При оценке результатов тренировок 12 пациентов с использованием сенсорной беговой дорожки с системой поддержки и БОС к концу запланированного курса реабилитации были отмечены статистически значимые

Таблица 1. Характеристики пациентов, получавших реабилитацию различными методами механотерапии
Table 1. Characteristics of patients who received rehabilitation using various methods of mechanotherapy

Характеристика		Виброплатформа	Беговая дорожка с БОС	Экзоскелет
Пол	Мальчики	10 (45,5%)	4 (18,2%)	3 (13,6%)
	Девочки	12 (54,5%)	8 (36,4%)	5 (22,7%)
Возраст Med (min-max), лет		7,2 (3,5–16,9)	8,1 (5,9–15,3)	8,1 (5,1–9,9)
Уровень GMFCS	II	2 (9,1%)	2 (9,1%)	
	III	14 (63,6%)	10 (45,4%)	8 (36,4%)
	IV	6 (27,3%)		
Срок, прошедший от операции СДР Med (min-max), дней		8 (7–25)	8 (7–20)	11 (7–20)
Всего человек		22 (100%)	12 (54,5%)	8 (36,4%)

улучшения параметров походки в виде увеличения длины шага как правой, так и левой ногой, более равномерного распределения веса при опоре на конечности, а также увеличения проходимой дистанции и количества шагов в минуту (табл. 2).

Анализ результатов реабилитации 8 пациентов с использованием экзоскелета также показал значимое улучшение выносливости (как времени тренировки, так и проходимого расстояния), увеличение скорости ходьбы и общего количества шагов за тренировку, повышение произвольной активности пациентов в тренажере (табл. 3).

Дополнительные результаты исследования

Возраст пациентов, проходивших занятия на сенсорной беговой дорожке с БОС и в экзоскелете, значимо не отличался от возраста тех, кто не использовал данные методы реабилитации ($p = 0,09$ и $p = 0,51$ соответственно). Также не было найдено значимых различий

в сроке, прошедшем от операции у пациентов, занимавшихся и не занимавшихся на беговой дорожке ($p = 0,62$) или в экзоскелете ($p = 0,11$).

Значимого влияния уровня GMFCS на возможность тренировок на виброплатформе отмечено не было. Беговая дорожка в раннем послеоперационном периоде в нашем исследовании была использована у пациентов с уровнями GMFCS II и III, экзоскелет — только у пациентов с уровнем GMFCS III. У 2 пациентов с уровнем GMFCS II тренировки в экзоскелете после пробных занятий было решено не проводить из-за выраженного страха и болевого синдрома при позиционировании в тренажере. Для пациентов с GMFCS IV в нашем наблюдении экзоскелет не использовался в раннем послеоперационном периоде — как из-за несоответствия антропометрических параметров детей размерам тренажера у 3 из 6 пациентов, так и из-за более выраженных эмоциональных/когнитивных нарушений у остальных 3 пациентов с GMFCS IV.

Таблица 2. Изменения параметров походки на фоне использования сенсорной беговой дорожки с системой поддержки и БОС
Table 2. Changes in gait parameters when using a touch-sensitive treadmill with a support system and BFB

Показатели		Первый день реабилитации	Последний день реабилитации	Значение p
		Me (min-max)		
Длина шага, м	Левая нога	0,29 (0,24–0,45)	0,38 (0,31–0,45)	0,023*
	Правая нога	0,31 (0,27–0,51)	0,37 (0,32–0,54)	0,003*
	Различия между конечностями	0,03 (0–0,19)	0,03 (0,01–0,15)	0,814
Ширина шага, м		0,13 (0,04–0,21)	0,11 (0,03–0,24)	0,646
Время опоры, мин	Левая нога	1,5 (1,3–2,4)	1,6 (1,12–2,12)	0,875
	Правая нога	1,5 (1,21–1,91)	1,62 (1,15–2,25)	0,388
	Различия между конечностями	0,1 (0,05–0,46)	0,05 (0,02–0,38)	0,239
Распределение веса, кг	Левая нога	26,45 (23,1–49,1)	27,0 (22,2–49,0)	0,754
	Правая нога	25,5 (22,4–58,4)	26,95 (23,2–55,4)	0,48
	Различия между конечностями	1,4 (0,2–9,3)	0,85 (0,2–6,4)	0,008*
Проходимая дистанция, м		340,5 (7,77–580,0)	569,0 (25,2–1210,0)	0,002*
Количество шагов в минуту		47,2 (35,2–68,4)	49,35 (38,7–65,3)	0,049*

Примечание. <*> — отмечены параметры со статистически значимыми изменениями ($p \leq 0,05$) после проведенной реабилитации
Note. <*> — parameters with statistically significant changes ($p \leq 0,05$) after rehabilitation

Таблица 3. Изменения функциональных параметров пациентов на фоне тренировок с использованием экзоскелета
Table 3. Changes in patients' functional parameters during exoskeleton training

Показатели	Первый день реабилитации	Последний день реабилитации	Значение р
	Ме (min-max)		
Время тренировки, мин	10,23 (7,85–12,43)	22,73 (19,4–28,3)	0,012*
Проходимое расстояние, м	90,57 (54,86–104,86)	223,4 (101,06–357,0)	0,012*
Средняя скорость, м/с	0,09 (0,05–0,3)	0,13 (0,06–1,13)	0,018*
Общее количество шагов за тренировку	167,5 (135–228)	529 (413–817)	0,01*
Произвольная активность в тренажере, %	43,05 (28,4–52,65)	72,16 (52,6–81,2)	0,013*

Примечание. <*> — отмечены параметры со статистически значимыми изменениями ($p \leq 0,05$) после проведенной реабилитации
Note. <*> — parameters with statistically significant changes ($p \leq 0,05$) after rehabilitation

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Применение методов роботизированной механотерапии может способствовать улучшению выносливости, функциональных навыков и активности пациентов в раннем периоде после СДР, однако назначение тех или иных методов должно учитывать индивидуальные ограничения пациентов и сроки, прошедшие от операции.

Ограничения исследования

Основные ограничения исследования были связаны с:

- небольшим объемом выборки, состоявшей из 22 пациентов, и представленностью в ней преимущественно пациентов с III уровнем больших моторных функций по классификации GMFCS (14 (63,6%) пациентов), что влияет на возможность экстраполяции полученных выводов на пациентов с другими уровнями моторного развития. Кроме того, небольшой размер выборки не позволил сравнить результаты реабилитации, полученные у пациентов с разными уровнями моторных функций, между собой;
- фиксированным набором методов роботизированной механотерапии, доступным в отделении, в том числе возможность использования детской модификации экзоскелета только для пациентов с определенными антропометрическими параметрами. Это привело к ограничению возможности оценки эффективности данного метода у части пациентов, включенных в исследование;
- одномоментным использованием у пациентов нескольких факторов комплексной реабилитации, что не позволяет в полной мере выделить влияние только одного метода на полученные функциональные результаты.

Интерпретация результатов исследования

Реабилитация пациентов с ДЦП, в том числе после оперативных вмешательств, — комплексный индивидуальный процесс, в котором до сих пор нет единых рекомендаций и методов, подходящих абсолютно всем [3, 24], что диктует необходимость продолжения поиска оптимальных стратегий помощи. В данном исследовании авторами было акцентировано внимание на оценке возможности применения роботизированных методов механотерапии для оптимизации комплексной реабилитации в раннем послеоперационном периоде после СДР, когда пациенты чаще всего проходят стационарную реабилитацию и имеют доступ к различным высокотехнологичным тренажерам.

Так, например, ранее в исследовании Г.А. Икоевой и соавт. отмечалось, что использование роботизированной механотерапии (тренажера «Локомат») в раннем периоде после ортопедических операций значительно сокращает сроки двигательной реабилитации пациентов с ДЦП по сравнению с традиционной лечебной физкультурой [20]. В нашем предыдущем исследовании также продемонстрировано положительное влияние тренировок с использованием сенсорной беговой дорожки с БОС на амплитуду движений в суставах, временные характеристики шагового цикла и постуральную устойчивость пациентов дошкольного и младшего школьного возраста с ДЦП [25]. Учитывая полученные данные, а также другие публикации об успешном применении роботизированной механотерапии, в том числе стабилотренинга и тренажеров с БОС, у пациентов с ДЦП и последствиями ишемического инсульта [15, 26, 27], применение данных методов было расширено на пациентов в раннем послеоперационном периоде после СДР.

Для всех использованных тренажеров (виброплатформа, сенсорная беговая дорожка с системой поддержки и БОС и экзоскелет) было показано постепенное повышение переносимости нагрузок и значимое увеличение времени тренировок. К концу запланированного цикла реабилитации оценка параметров ходьбы с использованием сенсорной дорожки показала не только значимое ($p = 0,002$) увеличение проходимой дистанции от 340,5 (7,77–580) до 569 (25,2–1210) метров и количества шагов в минуту, но и улучшение стабильности походки за счет более равномерного распределения веса пациента на обе конечности. В отличие от предыдущего исследования [25], не было отмечено значимых изменений ширины шага, что, возможно, могло быть связано с отсутствием влияния спастичности на паттерн походки в результате проведенной СДР. Другими словами, пациенты, перенесшие СДР, поступали на реабилитацию с уже откорректированным аддукторным синдромом, и проводимые тренировки не влияли значимо на данный параметр походки.

Анализ данных тренировок с применением экзоскелета также показал значимое улучшение по всем учтываемым параметрам. К концу реабилитации пациенты не только смогли значимо дольше находиться в тренажере и проходить большее расстояние, но и продемонстрировали увеличение скорости ходьбы и степени произвольной вовлеченности в совершаемые движения. Последний параметр особенно важен с точки зрения постепенного улучшения произвольного контроля за походкой после перенесенной операции.

Так как не все пациенты, включенные в исследование, получили все три типа механотерапии, были проанализированы факторы, которые потенциально могут влиять на назначение или прекращение использования того или иного метода в послеоперационном периоде. Среди них можно выделить:

- несоответствие антропометрических параметров пациентов размерам конкретного тренажера, что было справедливо, в первую очередь, для экзоскелета;
- непонимание ребенком сути задания и отсутствие должного сотрудничества, что особенно актуально при проведении тренировок с БОС. По этой причине тренировки на сенсорной дорожке были прекращены у 2 из 14 пациентов;
- эмоциональное состояние ребенка в раннем послеоперационном периоде, когда, несмотря на отсутствие хирургических противопоказаний и коррекцию болевого синдрома, пациенты испытывали выраженный страх и отказывались от использования тренажера. По этой причине было прекращено использование экзоскелета у 2 из 10 пациентов.

Таким образом, из предложенных методов механотерапии меньше всего ограничений к использованию было у виброплатформы, занятия на которой были полностью проведены всем пациентам. Использование роботизированных тренажеров требовало более персонализированного подхода в назначении и продолжении тренировок.

В нашем исследовании оказалось, что ни возраст, ни срок, прошедший от операции (составлявший не менее 7 дней), не различались у пациентов, использовавших и не использовавших перечисленные методы механотерапии. Более значимым фактором для переносимости роботизированной механотерапии был индивидуальный уровень когнитивного развития и психоэмоционального состояния ребенка, что должно учитываться при назначении данных методов.

Полученные данные соотносятся с результатами наблюдений А.Г. Баиндурашвили и соавт., в котором на выборке из 40 детей с нейроортопедическими заболеваниями было показано, что в раннем периоде после операции наилучшую переносимость тренировок с использованием роботизированного комплекса «Локомат» демонстрировали либо дети со спинномозговыми грыжами (в силу снижения чувствительности), либо пациенты с ДЦП после СДР — по сравнению с другими пациентами с ДЦП [21]. Снижение спастичности после СДР способствовало лучшей переносимости тренировок и возможности их начала через 2–3 нед от операции.

Таким образом, СДР, проведенная пациентам с ДЦП, может способствовать более эффективному и комфорtnому использованию методов роботизированной механотерапии в раннем послеоперационном периоде, а данные методы, в свою очередь, могут дополнять традиционную комплексную реабилитацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Роботизированные методы механотерапии могут быть эффективным дополнением комплексной реабилитации пациентов с ДЦП в раннем периоде после СДР и способствовать улучшению выносливости, функциональных параметров ходьбы и активности пациентов. Ограничениями к применению конкретных методик могут быть как медицинские противопоказания и болевой синдром, так и уровень когнитивного развития ребенка и его психоэмоциональное состояние в послеоперационном периоде.

ВКЛАД АВТОРОВ

О.А. Клочкова — определение концепции, разработка методологии, анализ данных, написание черновика рукописи.

А.М. Мамедьяров — анализ данных, пересмотр и редактирование рукописи.

У.Ш. Ашрафова — работа с данными, пересмотр и редактирование рукописи.

Е.К. Кармазина — анализ данных, пересмотр и редактирование рукописи.

Д.С. Чиркина — работа с данными, пересмотр и редактирование рукописи.

Л.Х. Ярметова — работа с данными, пересмотр и редактирование рукописи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Olga A. Klochkova — definition of the concept, development of the methodology, data analysis, writing a draft of the manuscript.

Aiaz M. Mamedieiarov — data analysis, revision and editing.

Ulviya Sh. Ashraphova — data processing, revision and editing.

Elena K. Karmazina — data analysis, revision and editing.

Darya S.Chirkina — data processing, revision and editing.

Leyla Kh. Yarmetova — data processing, revision and editing.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

В статье представлены промежуточные результаты научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка технологии применения роботизированной механотерапии у детей-инвалидов раннего возраста для формирования правильного паттерна самостоятельных движений» — FURG-2023-0076, выполняемой в НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского».

FINANCING SOURCE

The article presents the interim results of the research work "Development of technology for the use of robotic mechanotherapy in young disabled children to form the correct pattern of independent movements" — FURG-2023-0076, performed in Pediatrics and Child Health Research Institute in Petrovsky National Research Centre of Surgery.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTERESTS

Not declared.

ORCID

О.А. Клочкова

<https://orcid.org/0000-0002-4079-3450>

А.М. Мамедьяров

<https://orcid.org/0000-0003-0818-6906>

У.Ш. Ашрафова

<https://orcid.org/0000-0003-1721-5609>

Е.К. Кармазина

<https://orcid.org/0000-0003-1849-0979>

Д.С. Чиркина

<https://orcid.org/0009-0003-5298-9949>

Л.Х. Ярметова

<https://orcid.org/0009-0004-7500-6471>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Клочкова О.А., Колесникова Е.П., Зиненко Д.Ю. и др. Селективная дорзальная ризотомия в лечении спастичности у пациентов с детским церебральным параличом // Вопросы современной педиатрии. — 2022. — Т. 21. — № 1. — С. 19–28. — doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v21i1.2382> [Klochkova OA, Kolesnikova EP, Zinenko DYU, et al. Selective Dorsal Rhizotomy in Treatment of Spasticity in Patients with Cerebral Palsy. *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics.* 2022;21(1):19–28. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v21i1.2382>]
2. Graham D, Aquilina K, Mankad K, et al. Selective dorsal rhizotomy: current state of practice and the role of imaging. *Quant Imaging Med Surg.* 2018;8(2):209–218. doi: <https://doi.org/10.21037/qims.2018.01.08>
3. Nicolini-Panisso RD, Tedesco AP, Folle MR, et al. Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: selection criteria and postoperative physical protocols. *Rev Paul Pediatr.* 2018;36(1):9. doi: <https://doi.org/10.1590/1984-0462;/2018;36;1;00005>
4. Lohkamp LN, Coulter I, Ibrahim GM. Selective dorsal rhizotomy for spasticity of genetic etiology. *Childs Nerv Syst.* 2020;36(7):1357–1365. doi: <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04601-x>
5. Смолянкина Е.И., Зиненко Д.Ю. Результаты селективной дорзальной ризотомии у детей с наследственной спастической параплегией // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко. — 2025. — Т. 89. — № 1. — С. 46–51. — doi: <https://doi.org/10.17116/neiro20258901146> [Smolyankina EI, Zinenko DYU. Selective dorsal rhizotomy in children with hereditary spastic paraplegia. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2025;89(1):46–51. (In Russ, In Engl). doi: <https://doi.org/10.17116/neiro20258901146>]
6. Park TS, Joh S, Walter DM, et al. Selective Dorsal Rhizotomy for Treatment of Hereditary Spastic Paraplegia-Associated Spasticity in 37 Patients. *Cureus.* 2021;13(9):e17690. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.17690>
7. Park TS, Joh S, Walter DM, et al. Selective Dorsal Rhizotomy for the Treatment of Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy. *Cureus.* 2020;12(8):e9605. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.9605>
8. Gillespie CS, Hall BJ, George AM, et al. Selective dorsal rhizotomy in non-ambulant children with cerebral palsy: a multi-center prospective study. *Childs Nerv Syst.* 2024;40(1):171–180. doi: <https://doi.org/10.1007/s00381-023-06062-4>
9. Клочкова О.А., Куренков А.Л. Ботулиновая терапия при детском церебральном параличе: практические советы и ультразвуковой контроль. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МЕДпресс-информ; 2023. — 272 с. [Klochkova OA, Kurenkov AL. *Botulinum therapy for cerebral palsy: practical advice and ultrasound monitoring.* 2nd edn., revised and enlarged. Moscow: MEDpress-inform; 2023. 272 p. (In Russ).]
10. Клочкова О.А., Колесникова Е.П., Бердичевская Е.М. и др. Селективная дорзальная ризотомия при ДЦП: практические рекомендации по отбору пациентов и реабилитации. — М.: БФ «Весна»; 2022. — 116 с. — (Церебральный паралич). [Klochkova OA, Kolesnikova EP, Berdichevskaya EM, et al. *Selektivnaya dorsal'naya rizotomiya pri DTSP: prakticheskie rekomendatsii po otboru patsientov i reabilitatsii.* Moscow: BF “Vesna”; 2022. 116 p. (Tserebral'nyi paralich). (In Russ).]
11. Курманова Д.Б., Туруспекова С.Т., Лисник В.С. и др. Селективная дорзальная ризотомия при церебральном параличе: эффективность и особенности реабилитации // Клиническая практика. — 2025. — Т. 16. — № 1. — С. 57–63. — doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract633407> [Kurmanova DB, Turuspeкова ST, Lisnic VS, et al. Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: the efficiency and the specific features of rehabilitation. *Journal of Clinical Practice.* 2025;16(1):57–63. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract633407>]
12. Акижанова И.В., Кожанова А.М., Кариева Э. и др. Анализ эффективности селективной дорзальной ризотомии в сочетании с послеоперационной реабилитацией у пациентов со спастической формой ЦП с позиций МКФ (пилотный проект) // Вестник Казахского национального медицинского университета. — 2021. — № 1. — С. 115–122. — doi: <https://doi.org/10.53065/kaznmu.2021.60.54.027> [Akizhanova IV, Kozhanova AM, Karieva EK, et al. Analysis of the effectiveness of selective dorsal rhizotomy in combination with postoperative rehabilitation in patients with spastic CP from the standpoint of ICF. *Bulletin of the Kazakh National Medical University.* 2021;(1):115–22. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.53065/kaznmu.2021.60.54.027>]
13. Ашрафова У.Ш., Куприянова О.С., Кармазина Е.К. и др. Персонализированный подход к применению методов роботизированной механотерапии у детей с церебральным параличом разных возрастных групп: обзор литературы // Педиатрическая фармакология. — 2023. — Т. 20. — № 6. — С. 588–596. — doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v20i6.2668> [Ashraphova USh, Kupriianova OS, Karmazina EK, et al. A personalized approach to application of robotic mechanotherapy methods in children with cerebral palsy of different age groups (review). *Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology.* 2023;20(6):588–596. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v20i6.2668>]
14. Икоева Г.А., Кивоенко О.И., Андрушченко Н.В. Роботизированная механотерапия в комплексной двигательной реабилитации детей с церебральным параличом: учебное пособие. — СПб.: ООО «СПб СРП „Павел ВОГ“; 2016. — 40 с. [Ikoeva GA, Kivoenko OI, Andrushchenko NV. *Robotizirovannaya mekhanoterapiya v kompleksnoi dvigatel'noi reabilitatsii detei s tserebral'nym paralichom;* Study guide. St. Petersburg: OOO “SPb SRP “Pavel” VOG”; 2016. 40 p. (In Russ).]
15. Ларина Н.В., Павленко В.Б., Корсунская Л.Л. и др. Возможности реабилитации детей с синдромом ДЦП с применением роботизированных устройств и биологической обратной связи // Бюллетень сибирской медицины. — 2020. — Т. 19. — № 3. — С. 156–165. — doi: <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2020-3-156-165> [Larina NV, Pavlenko VB, Korsunskaya LL, et al. Rehabilitation possibilities for children with cerebral palsy through the use of robotic devices and biofeedback. *Bulletin of Siberian Medicine.* 2020;19(3):156–165. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2020-3-156-165>]
16. Нефедьева Д.Л., Абдрахманова Л.И., Бодрова Р.А. Эффективность применения роботизированного комплекса Walkbot у пациентов с детским церебральным параличом // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. — 2024. — Т. 6. — № 3. — С. 253–262. — doi: <https://doi.org/10.36425/rehab631151> [Nefedeva DL, Abdrahmanova LI, Bodrova RA. Effectiveness of the Walkbot system in patients with infantile cerebral palsy. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation.* 2024;6(3):253–262. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.36425/rehab631151>]
17. Войтенков В.Б., Скрипченко Н.В., Иванова М.В. и др. Роботизированная механотерапия у детей с двигательными нарушениями различного генеза // Гений ортопедии. — 2014. — № 2. — С. 95–99. [Voitenkov VB, Skripchenko NV, Ivanova MV, et al. Robotic mechanotherapy in children with motor disorders of different genesis. *Geniy ortopedii.* 2014;(2):95–99. (In Russ).]
18. Cardone D, Perpetuini D, Di Nicola M, et al. Robot-assisted upper limb therapy for personalized rehabilitation in children with cerebral palsy: a systematic review. *Front Neurol.* 2025;15:1499249. doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1499249>
19. Hunt M, Everaert L, Brown M, et al. Effectiveness of robotic exoskeletons for improving gait in children with cerebral palsy: A systematic review. *Gait Posture.* 2022;98:343–354. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.09.082>
20. Баду С.К. Селективная дорзальная ризотомия при спастическом церебральном параличе: критерии выбора пациентов и послеоперационное лечение // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. — 2024. — Т. 17. — № 4. — С. 410–426. doi: <https://doi.org/10.33920/med-01-2404-03> [Badu SK. Selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy: patient selection criteria and postoperative management. *Vestnik nevrologii psichiatrii i nejrohirurgii = Bulletin of Neurology Psychiatry and Neurosurgery.* 2024;17(4):410–426. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.33920/med-01-2404-03>]
21. Икоева Г.А., Кивоенко О.И. Роботизированная механотерапия в реабилитации детей с церебральным параличом после комплексного ортопедо-хирургического лечения // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. — 2013. — Т. 1. — № 1. — С. 44–47. — doi: <https://doi.org/10.17816/PTORS1144-47> [Ikoeva GA, Kivoenko OI. Robotic mechanotherapy in rehabilitation of children with cerebral palsy after combined orthopedic surgery. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery.* 2013;1(1):44–47. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.17816/PTORS1144-47>]

22. Баиндурашвили А.Г., Кенис В.М., Иванов С.В. и др. Реабилитация детей с нейроортопедической патологией на этапах хирургического лечения с применением роботизированной механотерапии // Вестник восстановительной медицины. — 2012. — Т. 11. — № 2. — С. 57–60. [Baindurashvili AG, Kenis VM, Ivanov SV, et al. Reabilitatsiya detey s neyroortopedicheskoy patologiey na etapakh khirurgicheskogo lecheniya s primeneniem robotizirovannoy mekhanoterapii. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2012;11(2):57–60. (In Russ.)]
23. Зиненко Д.Ю., Смолянкина Е.И. Малоинвазивная техника селективной дорзальной ризотомии с применением интрапармидуллярного оперативного доступа // Турнеровские чтения: сборник статей Ежегодной научно-практической конференции с международным участием, посвященная актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста. — СПб.: 2024. — С. 92–96. [Zinenko DYU, Smolyankina EI. Minimally invasive technique of selective dorsal rhizotomy using intralaminar surgical access. In: *Turner Readings. Collection of articles of the Annual scientific and practical conference with international participation, dedicated to current issues of pediatric traumatology and orthopedics.* St. Petersburg: 2024. pp. 92–96 (In Russ.)]
24. Novak I, Morgan C, Fahey M, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2020;20(2):3. doi: <https://doi.org/10.1007/s11910-020-1022-z>
25. Ашрафова У.Ш., Мамедьяров А.М., Кармазина Е.К. и др. Эффективность применения ручного тренажера HandTutor и стабилометрического постурального контроля с использованием метода биологической обратной связи у детей дошкольного и младшего школьного возраста с церебральным параличом // Педиатрическая фармакология. — 2024. — Т. 21. — № 6. — С. 481–491. — doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v21i6.2839> [Ashrafova USh, Mamedyarov AM, Karmazina EK, et al. The Effectiveness of Using the HandTutor Hand Simulator and Stabilometric Postural Control Using the Biofeedback Tear in Preschool and Primary School Children with Cerebral Palsy. *Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology.* 2024;21(6):481–491. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v21i6.2839>]
26. Суворова Т.Н., Грибова Н.П. Реабилитация пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта. Опыт применения стабилотренинга с биологической обратной связью // РМЖ. — 2024. — № 4. — С. 3–7. [Suvorova TN, Gribova NP. Patient rehabilitation in the early recovery timeline of ischemic stroke. Experience of biofeedback stabilization training. *RMJ.* 2024;(4):3–7. (In Russ.)]
27. Liao WC, Lai CL, Hsu PS, et al. Different weight shift trainings can improve the balance performance of patients with a chronic stroke: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(45):132. doi: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013207>

Статья поступила: 21.07.2025, принята к печати: 16.10.2025

The article was submitted 21.07.2025, accepted for publication 16.10.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

- Ключкова Ольга Андреевна**, к.м.н. [**Olga A. Klochkova**, MD, PhD]; **адрес**: 119333, г. Москва, ул. Фотиевой, д. 10, стр. 1. [**address**: 10, Fotievoj Str., building 1, Moscow, 119333, Russian Federation]; **телефон**: +7 (499) 137-01-97; **e-mail**: dc.klochkova@gmail.com; **eLibrary SPIN**: 2999-4404
- Мамедъяров Аяз Магеррамович**, к.м.н. [**Aiaz M. Mamediearov**, MD, PhD]; **e-mail**: ayaz.mamedyarov@yandex.ru
- Ашрафова Ульвия Шахиновна** [**Ulviia Sh. Ashraphova**, MD]; **e-mail**: doc.ashrafova@gmail.com; **eLibrary SPIN**: 1711-8463
- Кармазина Елена Константиновна** [**Elena K. Karmazina**, MD]; **e-mail**: lekarma@mail.ru; **eLibrary SPIN**: 3248-6333
- Чиркина Дарья Сергеевна** [**Darya S. Chirkina**, MD]; **e-mail**: kazanskaya.dasha@mail.ru
- Ярметова Лейла Халеддиновна** [**Leyla Kh. Yarmetova**, MD]; **e-mail**: LeiLasha11@mail.ru