

4. Discussion

This study confirms that both immediate and delayed loading protocols yield high implant survival rates (>95%), consistent with findings by Esposito et al. (2018) and Gallucci et al. (2020).

Immediate loading advantages:

- Faster functional adaptation.
- Higher patient satisfaction due to immediate esthetics.
- Comparable survival rates in carefully selected cases.

Immediate loading limitations:

- Higher incidence of peri-implant complications.
- Risk of micromotion and implant overload in poor bone quality cases.

Delayed loading advantages:

- Higher biological predictability.
- Lower peri-implantitis rates.

Preventive strategies:

- Strict plaque control protocols.
- Regular maintenance every 3–6 months.
- Use of bioactive implant surfaces (hydrophilic Ti, nanostructured coatings).
- Occlusal adjustment to reduce biomechanical overload.

These findings align with Pjetursson & Lang (2019), who emphasized that patient-specific risk assessment is crucial for protocol selection.

5. Conclusion

1. Both immediate and delayed loading protocols demonstrate high implant survival and functional outcomes when applied appropriately.

2. Immediate loading accelerates adaptation and improves satisfaction but requires strict case selection to avoid peri-implant complications.

3. Delayed loading provides greater biological predictability, especially for patients with compromised bone quality.

4. Preventive measures-hygiene reinforcement, routine monitoring, and minimally invasive surgical techniques-are essential for ensuring long-term success.

5. Future directions should integrate digital workflows, CAD/CAM precision, and bioactive implant coatings to optimize adaptation and reduce complication risks.

References

1. Esposito M., Grusovin M.G., et al. (2018). *Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants*. Cochrane Database Syst Rev, (3), CD003878. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003878.pub6>
2. Gallucci G.O., Benic G.I., Eckert S.E. (2020). *Consensus statements and clinical recommendations for implant loading protocols*. Int J Oral Maxillofac Implants, 35(2), 11–16.
3. Buser D., Chappuis V., et al. (2019). *Long-term outcomes of early and delayed implant loading protocols*. Clin Oral Implants Res, 30(6), 481–490.
4. Monje A., Catena A., et al. (2021). *Peri-implant diseases: risk factors, prevention, and treatment*. Periodontol 2000, 86(1), 191–204.
5. Pjetursson B.E., Lang N.P. (2019). *Implant loading protocols in partially and completely edentulous patients*. Periodontol 2000, 81(1), 95–113.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ WALKVOT У ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

^{1,2}Д.Л. Нефедьева, Л.И. ^{3,4}Абдрахманова

¹Казанская государственная медицинская академия – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Казань, Российская Федерация

²Филиал КФУ в г. Джизаке, Джизак, Узбекистан

³ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия

⁴Городская детская поликлиника № 7, Казань, Россия
dln-2006@yandex.ru

Аннотация: В исследовании проводилась оценка эффективности применения роботизированного комплекса Walkbot (Корея) у детей с детским церебральным параличом. Установлено, что у детей, получивших терапию на аппарате Walkbot, по сравнению с пациентами контрольной группы, наблюдалось улучшение статодинамических и локомоторных функций и увеличивалась независимость в повседневной жизни.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, роботизированная механотерапия.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE WALKBOT ROBOTIC SYSTEM IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

^{1,2}Darya L. Nefedeva, ^{3,4}Leisan I. Abdrakhmanova

¹Kazan State Medical Academy - Branch Campus of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan, Russian Federation

²Branch of KFU in Jizzakh, Uzbekistan

³ Kazan State Medical University, Kazan, Russia.

⁴ City Children's Polyclinic No. 7, Kazan, Russia

Annotation: The study evaluated the effectiveness of the Walkbot robotic system (Korea) in children with cerebral palsy. It was found that children who received Walkbot therapy had improved statodynamic and locomotor functions and increased independence in daily life compared to patients in the control group.

Key words: cerebral palsy, robotic mechanotherapy.

MIYA FALAJIGA CHALINGAN BOLALARDA WALKBOT ROBOT TIZIMINING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

^{1,2}D. L. Nefedyeva, ^{3,4}L. I. Abdraxmanova

¹ Kazan davlat tibbiyot akademiyasi-Rossiya federatsiyasi sog'liqni saqlash vazirligining "uzluksiz kasb-hunar ta'limi Rossiya tibbiyot akademiyasi" qo'shimcha kasb-hunar ta'limi Federal davlat byudjet ta'lim muassasasining filiali, Qozon, Rossiya Federatsiyasi

² Jizzax shahridagi Qozon (Volga) federal universiteti filiali, Jizzax, O'zbekiston

³ FSBEI vo "Qozon davlat tibbiyot universiteti" Rossiya Sog'liqni saqlash vazirligi, Qozon

⁴ 7-shahar bolalar poliklinikasi, Qozon, Rossiya

Annotatsiya: Tadqiqotda miya yarim falajli bolalarda yurish robot tizimining (Koreya) samaradorligi baholandi. Yurish terapiyasini olgan bolalar nazorat guruhidagi bemorlarga nisbatan statodinamik va tayanch-harakat funktsiyalarini yaxshilaganligi va kundalik hayotda mustaqilligini oshirganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: miya yarim falaj, robotli mexanoterapiya.

Введение. Детский церебральный паралич (ДЦП) представляет собой не прогрессирующее хроническое заболевание нервной системы, часто приводящее к инвалидизации [1]. В клинике ДЦП преобладают двигательные расстройства, связанные, прежде всего с развитием спастичности, нарушением постурального контроля и мышечной слабости. Прогрессирование заболевания возможно за счет вторичных ортопедических осложнений [1, 2, 3].

Одним из реабилитационных подходов, стимулирующий пластичность мозга за счет многократных повторов одного и того же движения, является роботизированная механотерапия. Комплекс Walkbot включает в себя настраиваемый экзоскелет со съёмными ортезами, тредмил и компьютерную систему, обеспечивающую точность установления режима тренировки и ее интерактивный характер. Эффект терапии связан, кроме того, со стимуляцией генераторов локомоторной активности спинного мозга [4, 5]. Также локомотороботы доказали свою эффективность в формировании паттерна ходьбы [6].

Целью исследования является оценка эффективности применения роботизированного комплекса Walkbot (Корея) у детей с ЦП.

Материалы и методы. В исследование включено 35 пациентов в возрасте от 5 до 17 лет, с диагнозом «Детский церебральный паралич» с I-III уровнем двигательного развития по Системе классификации больших моторных функций (GMFCS). Все пациенты были разделены на 2 группы случайным образом. Дети наблюдались амбулаторно в условиях дневного стационара на базе ГАУЗ «Городская детская поликлиника №7». Детям основной группы назначался курс механотерапии на аппарате Walkbot (от 1 до 5 курсов). Кроме того, дети обеих групп получали кинезиотерапию, массаж, физиотерапию (СМТ-терапию, хромотерапию, теплолечение), психолого-педагогическую коррекцию, при наличии показаний у 25 детей – ботулинотерапию (БТА). Режим тренировки на локомотороте был интерактивный, с 10% поддержки веса. Продолжительность проведения: от 30 до 45 минут. Длительность курса – от 8 до 15 процедур 1 раз в день за одну госпитализацию. Для проведения анализа рассчитывалось общее количество процедур за все курсы.

Для регистрации исходов использовалась Шкала измерения глобальных моторных функций (Gross Motor Function Measure 66 – GMFM), оценивающая уровень развития основных двигательных навыков. Мобильность оценивалась по Индексу ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index). Уровень спастичности определялся по шкале Ашворт (Ashworth Scale), мышечная сила по Шкале комитета медицинских исследований (Medical Research Council Scale). Оценивалась независимость ребенка в повседневной жизни по данным шкалы функциональной независимости (Function Independence Measure – FIM) [3, 7, 8].

Статистический анализ полученных результатов проводился при помощи программы STRINF (Россия) [9].

Результаты. У 28 (80%) детей диагностирована спастическая диплегия, у 1 (2,9%) пациента – спастический тетрапарез, у 2 (5,7%) детей – гемипаретическая форма церебрального паралича, у 3 (8,6%) детей диагностирована смешанная спастико-гиперкинетическая форма и у 1 (2,9%) – атонически-астатическая форма. Первую группу составили 19 пациентов, у которых был назначен курс локомоторной терапии, при этом у 14 (73,7%) пациентов было проведено более двух курсов. Во вторую (контрольную) группу вошли 16 пациентов, у которые получали реабилитационную помощь согласно стандарту [10]. При этом инъекции БТА получили 12 (63,2%) детей первой группы и 11 (68,8%) детей второй группы ($p > 0,05$). На момент включения в исследование средний возраст пациентов первой группы составил $10,6 \pm 3,8$ лет, второй группы – $8,6 \pm 3,4$ ($p > 0,05$). Уровень двигательного развития по системе GMFCS был сопоставим у детей обеих групп: II уровень отмечался у 4 (21,1%) пациентов первой группы и 8 (50%) – второй, III уровень – у 13 (68,4%) и 5 (50%) детей соответственно ($p > 0,05$).

Оценивалась динамика мышечного тонуса и мышечной силы. Выявлена положительная динамика мышечного тонуса в нижних конечностях до и после реабилитации у пациентов первой группы $2,7 \pm 0,7$ баллов и $1,7 \pm 0,8$ баллов ($p = 0,046$) и второй группы $2,7 \pm 1,1$ баллов и $1,8 \pm 0,9$ баллов ($p = 0,33$) соответственно. При этом статистически значимой разницы между группами не отмечалось.

При анализе динамики мышечной силы выявлено улучшение у пациентов первой группы с $2,8 \pm 0,5$ баллов до $3,3 \pm 0,5$ баллов ($p = 0,018$). Статистически значимой разницы между группами не обнаружено.

Выявлена положительная динамика двигательных функциональных навыков по шкале GMFM-66: у пациентов первой группы $7,1 \pm 2,6$ баллов, у детей второй группы $4,4 \pm 0,5$ баллов ($p = 0,006$). В целом, прирост баллов составил 6,8% у детей первой группы и 4,1% у детей второй группы. Оценка локомоторной функции по индексу ходьбы Хаузера показала отсутствие существенной динамики у детей второй группы ($0,25 \pm 0,4$ баллов), тогда как у детей первой группы наблюдалась положительная динамика ($0,63 \pm 0,6$ баллов, $p = 0,05$ между 1 и 2 группами).

У пациентов первой группы до начала реабилитации функциональная независимость по данным шкалы FIM составила $73,2 \pm 21,3$ балла, у пациентов второй группы – $70,6 \pm 24,6$ баллов ($p > 0,05$), после окончания реабилитации у пациентов первой группы независимость возросла до $79,2 \pm 21,5$ баллов, а у детей второй группы – до $76,1 \pm 25,5$ баллов ($p > 0,05$).

Корреляционный анализ выявил статистически значимые связи между общим количеством процедур на локомотороте, динамикой баллов по шкале GMFM-66 ($r = 0,65$, $p = 0,001$), динамикой индекса Хаузера ($r = 0,39$, $p = 0,022$) и динамикой баллов по шкале FIM ($r = 0,34$, $p = 0,044$). Кроме того, данные шкалы FIM, полученные после окончания реабилитации, также, как и степень

спастичности по данным шкалы Ашворт, коррелировали с фактом применения БТА ($r = -0,34$, $p = 0,044$, $r = 0,38$, $p = 0,020$).

Обсуждение. В реабилитационной практике в настоящее время используется большое количество разных типов локомотороботов. Повторяющееся движение является основой моторного обучения и нейропластичности. В данном исследовании проведено исследование эффективности применения роботизированного комплекса Walkbot на двигательные исходы у детей с ДЦП. Выявлено достоверное улучшение локомоции у детей, получивших курс терапии на аппарате Walkbot, тогда как у детей контрольной группы какая-либо динамика отсутствовала. Часть пациентов смогла передвигаться без посторонней помощи, у части пациентов увеличилась скорость ходьбы, что увеличило степень их функциональной независимости. Наблюдалось также существенное улучшение общей двигательной функции, (6,8%). Это согласуется с данными ряда исследований, которые показали, что после проведения локомоторной терапии отмечается улучшение выполнения функциональных двигательных задач, способности стоять и скорости ходьбы [11, 12]. В тоже время метаанализ нескольких исследований не подтвердил этот вывод [13]. Уменьшение степени пареза в динамике, выявленное у пациентов первой группы, не может быть объяснено эффектом от локомоторной терапии, а исследование динамики мышечного тонуса не выявило эффекта локомоторной терапии, тогда как применение БТА достоверно снижало уровень спастичности.

Вывод. У детей с ДЦП, получивших комплекс механотерапии на аппарате Walkbot, выявлена лучшая динамика двигательных исходов после окончания реабилитации, по сравнению с пациентами, которые не получали локомоторную терапию.

Список литературы

1. Физическая и реабилитационная медицина при детском параличе у детей. Национальное руководство. Часть 1. Под ред. Т.Т. Батышевой. Москва, 2021. 260 с.
2. Ключкова О.А., Куренков А.Л. Ботулинотерапия при детском церебральном параличе. М.: МЕДпресс-информ, 2020. 248 с.
3. Семёнова Е.В., Ключкова Е.В., Коршикова-Морозова А.Е. и др. Реабилитация детей с ДЦП: обзор современных подходов в помощь реабилитационным центрам. М.: Лепта Книга, 2018. 584 с.
4. 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.
5. Даминов В.Д. Роботизированная механотерапия в нейрореабилитации // Вестник АГИУВ, спецвыпуск. 2013. С. 83-88.
6. Мосина М.О., Тихонов С.В., Селиванова Е.А., Батышева Т.Т. Экзоскелеты в реабилитации детей с нарушениями функции ходьбы // Детская и подростковая реабилитация. 2022. №1 (46). С. 27-38.
7. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Куренков А.П. и др. Комплексная оценка двигательных функций у пациентов с детским церебральным параличом. Учебно-методическое пособие. М.: ПедиатрЪ, 2014. 84 с.
8. Белова А.Н. Шкалы, тесты и опросники в неврологии и нейрохирургии. М., 2004. 432 с.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010617487; 2010.
10. Клинические рекомендации по реабилитации детей с детским церебральным параличом (ДЦП). 2017. https://rehabrus.ru/Docs/2017/06/KR_DPC.pdf
11. Borggraefe I., Schaefer J.S., Klaiber M. et al. Robotic-assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children and adolescents with cerebral palsy // European Journal of Paediatric Neurology. 2010. N 14 (6). P. 496–502. doi:10.1016/j.ejpn.2010.01.002
12. Carvalho I., Pinto S.M., Chagas D. et al. Robotic gait training for individuals with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2017. N 98 (11). P. 2332–2344. doi:10.1016/j.apmr.2017.06.018
13. Lefmann S., Russo R., Hillier S. The effectiveness of robotic-assisted gait training for paediatric gait disorders: systematic review // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2017. N 14(1). doi:10.1186/s12984-016-0214-x