



Роль семьи в процессе реабилитации детей с церебральным параличом с применением технологий биологической обратной связи: рандомизированное контролируемое исследование

Корсунская Л.Л. *, Вербенко В.А., Бирюкова Е.А.,
 Орехова Л.С., Двирский А.А.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. В связи с увеличением числа пациентов с ДЦП в популяции, неблагоприятным в большинстве случаев прогнозом полного восстановления и необходимостью ежедневно преодолевать трудности, связанные с ограничением двигательной активности и сопутствующими симптомами заболевания, разработке эффективных методов восстановительного лечения параллельно с улучшением качества жизни таких пациентов и членов их семьи должно уделяться особое внимание.

ЦЕЛЬ. Изучение влияния реабилитации пациентов детского возраста с ДЦП с применением технологии «неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти» на физическое, психическое состояние ребенка и роли семьи в процессе восстановительного лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследовании приняли участие 108 детей с диагнозом ДЦП. Из них 83 ребенка прошли курс реабилитации с использованием роботизированных комплексов «неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти» с применением биологической обратной связи, 25 детей с ДЦП составили контрольную группу. Все дети, принимающие участие в исследовании, проходили психофизиологическую диагностику до и после курса реабилитации. Оценивался уровень двигательной активности руки и спастичности, способность выполнять ежедневные бытовые двигательные навыки, психологическое состояние в сопоставлении с контрольной группой. Проводилось анкетирование родителей пациентов до и после курса лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. После проведения реабилитации детей с ДЦП в группах «Экзокисть-2» и «Юниор» были выявлены статистически значимые изменения как в неврологических, так и в психологических показателях. Улучшились способности к выполнению повседневных задач, увеличился объем бытовых навыков и возможностей самообслуживания ($z = 5,938, p = 0,0001$), снизился уровень спастичности (для правой ($z = 4,720, p = 0,0001$) и для левой ($z = 4,742, p = 0,0001$) рук), увеличилась сила мышц кисти ($z = 6,092, p = 0,0001$). Также наблюдались положительные изменения в уровне повседневной активности ($z = 5,776, p = 0,0001$). Наблюдалось повышение показателей самооценки ($z = 2,58, p = 0,003$). Наблюдаемые изменения привели к снижению зависимости от окружающих и оказало положительное влияние на внутрисемейные отношения. Отмечены изменения в отношении родителей к процессу реабилитации. Родители участвовали в обсуждении результатов, отмечали позитивные изменения в состоянии детей, улучшилась эмоциональная атмосфера в семье после курса реабилитации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности метода реабилитации детей с диагнозом ДЦП с применением роботизированных комплексов «неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти» и необходимости особого внимания к качеству жизни пациентов с ДЦП и их родителей, так как психологическая поддержка членов семьи повышает приверженность реабилитационному процессу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: реабилитация, детский церебральный паралич, восстановительная терапия, экзокисть, родители, члены семьи

Для цитирования / For citation: Корсунская Л.Л., Вербенко В.А., Бирюкова Е.А., Орехова Л.С., Двирский А.А. Роль семьи в процессе реабилитации детей с церебральным параличом с применением технологий биологической обратной связи: рандомизированное контролируемое исследование. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(2):29–37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-29-37> [Korsunskaya L.L., Verbenko V.A., Birukova E.A., Orekhova L.S., Dvirskiy A.A. The Family Role in the Rehabilitation Process of Children with Cerebral Palsy Using the Biofeedback Technology: a Randomized Controlled Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(2):29–37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-29-37> (In Russ.).]

***Для корреспонденции:** Корсунская Лариса Леонидовна, E-mail: neurocrimea@mail.ru

Статья получена: 02.09.2024

Статья принята к печати: 10.12.2024

Статья опубликована: 16.04.2025

The Family Role in the Rehabilitation Process of Children with Cerebral Palsy Using the Biofeedback Technology: a Randomized Controlled Study

 Larisa L. Korsunskaya*,  Viktoriya A. Verbenko,  Elena A. Birukova,  Liliia S. Orekhova,  Alexandr A. Dvirskiy

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Due to the growing prevalence of patients with cerebral palsy, unfavorable prognosis for full recovery in most cases and the need to overcome daily difficulties associated with limited motor activity and associated symptoms of the disease, special attention should be paid to the development of effective methods of rehabilitation in parallel with improving the quality of life of such patients and their family members.

AIM. To study the effect of rehabilitation of pediatric patients with cerebral palsy using the technology of “non-invasive brain-computer interface-hand exoskeleton” on the physical, mental state of patients and the role of the family in the process of rehabilitation.

MATERIALS AND METHODS. The study involved 108 children suffering from cerebral palsy was carried out. Of these, 83 children underwent rehabilitation using robotic complexes “non-invasive brain-computer-exohand interface”, 25 children with cerebral palsy formed the control group. All children participating in the study underwent a psychophysiological tests before and after the rehabilitation course. The level of arm motor activity and spasticity, the ability to perform daily living motor skills, and psychological state were assessed in comparison with the control group. A questionnaire was administered to the parents of patients before and after the course of treatment.

RESULTS AND DISCUSSION. Statistically significant changes in both neurological and psychological indicators were identified after the rehabilitation of children with cerebral palsy in the “Exohand-2” and “Junior” groups. The ability to perform daily tasks improved, household skills and self-care abilities increased ($z = 5.938, p = 0.0001$), spasticity levels decreased (for the right ($z = 4.720, p = 0.0001$) and left ($z = 4.742, p = 0.0001$) hands), and hand muscle strength increased ($z = 6.092, p = 0.0001$). There were also positive changes in the level of daily activity ($z = 5.776, p = 0.0001$). An increase in self-esteem scores was observed ($z = 2.58, p = 0.003$). The observed changes led to a decrease in dependence on others and had a positive impact on family relationships. Changes in the attitude of parents to the rehabilitation process were noted. Parents participated in the discussion of the results, noted positive changes in their children’s condition, and the emotional atmosphere in the family improved after the rehabilitation course.

CONCLUSION. The results obtained indicate the effectiveness of the method of rehabilitation of children diagnosed with cerebral palsy using robotic complexes “non-invasive brain-computer-exohand interface” and the need for special attention to the quality of life of patients with cerebral palsy and their parents, since psychological support of family members increases commitment to the rehabilitation process.

KEYWORDS: rehabilitation, child cerebral palsy, rehabilitation therapy, exohand, parents, family

For citation: Korsunskaya L.L., Verbenko V.A., Birukova E.A., Orekhova L.S., Dvirskiy A.A. The Family Role in the Rehabilitation Process of Children with Cerebral Palsy Using the Biofeedback Technology: a Randomized Controlled Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(2):29–37. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-2-29-37> (In Russ.).

***For correspondence:** Larisa L. Korsunskaya, E-mail: neurocrimea@mail.ru

Received: 02.09.2024

Accepted: 10.12.2024

Published: 16.04.2025

ВВЕДЕНИЕ

Растущее число пациентов с диагнозом «детский церебральный паралич» (ДЦП) в популяции человека, сложности, которые должен преодолевать и пациент, и члены его семьи на протяжении всей жизни, связанные как с двигательными ограничениями, так и с неизбежно сопутствующими эмоциональными, психологическими, когнитивными проблемами, ставят вопросы разработки эффективных методов восстановительного лечения в ряд наиболее актуальных проблем современной медицины [1, 2].

Основной целью в процессе реабилитации ребенка, страдающего детским церебральным параличом, является достижение наилучшего физического и психического здоровья пациента, однако при этом недостаточно внимания уделяется значению реабилитации в улучшении взаимоотношений в семье, в то время

как улучшение семейных и социальных отношений существенно влияет на качество жизни ребенка с ДЦП и членов его семьи, а также на приверженность ребенка проводимой реабилитации [3]. Согласно исследованиям Varni J.W. et al. в 2007 г., родители детей с ДЦП чаще сообщают о более низком уровне их качества жизни по сравнению с родителями детей-инвалидов вследствие других заболеваний [4]. Множество специалистов акцентируют внимание на важности оценки качества жизни семей, внутрисемейных отношений и уровня поддержки, оказываемой родителями детям. Также подчеркивается необходимость мультидисциплинарного подхода в лечении детей с церебральным параличом, который должен включать психологическую поддержку [5–7].

В современной научной литературе представлены данные, свидетельствующие о наличии расхождений

между сообщениями относительно качества жизни подростков с ДЦП и их родителями/опекунами. Пациенты сообщают о более высоком качестве жизни по их собственной оценке, чем их родители [8]. Двигательные и когнитивные нарушения, например, не воспринимаются подростками как ограничение школьной деятельности [9–10], в то же время родители часто ограничивают ребенка в социализации в связи с гиперопекой. Данное несоответствие в оценке качества жизни пациентами и их родителями объясняется разницей восприятия функциональных и социальных ограничений ребенком и его родителями/опекунами, которые склонны сравнивать своих детей со здоровыми детьми [11]. В исследованиях Ozkan Y. et al. в 2018 г. были обнаружены различия в качестве жизни детей и матерей в зависимости от типа ДЦП, а также выявлены значительные корреляции между нагрузкой на матерей и нагрузкой на детей [12]. Некоторые авторы также указывают на связи между физическим здоровьем родителей и физическими функциями их детей с ДЦП, а также между психическим состоянием родителей и психосоциальным состоянием их детей [13]. Стресс родителей, вызванный восприятием болезни детей (их физическим, социальным, эмоциональным неблагополучием, наличием когнитивных проблем, финансовыми трудностями и т.д.), отрицательно влияет на качество жизни и самих родителей, и семьи в целом, неизбежно отражаясь на психологической установке ребенка на выздоровление [14]. Все исследователи проблемы обращают внимание на необходимость оказания психологической помощи родственникам детей с инвалидностью и высокую эффективность семейной психотерапии.

На сегодняшний день ДЦП по-прежнему считается малокурабельным заболеванием, так как существующие терапевтические методы не способны полностью восстановить поврежденные участки мозга. Однако появляются новые эффективные подходы, которые, задействуя здоровые участки мозга, формируя новые нейронные связи и активируя метаболические процессы, синаптогенез и межсистемные взаимодействия в нервной системе, а также способствуя эмоциональному и психологическому улучшению, демонстрируют заметную эффективность в функциональном восстановлении детей с инвалидностью. [1, 2, 6].

В последние годы активно применяется реабилитационная методика с применением технологии «неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти» (НИМК) при ДЦП, которая дает возможность вовлечения неповрежденных участков мозга, перестройки функциональных систем и улучшения физического и эмоционального состояния ребенка [15]. В то же время повышение вовлеченности пациента и его родственников в реабилитационный процесс за счет улучшения психофизического и социального (семейного) благополучия может приводить к более ранним и лучшим результатам [3–5, 7].

ЦЕЛЬ

Изучение влияния реабилитации пациентов детского возраста с ДЦП с применением технологии «неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти» на физическое, психическое состояние ребенка и роли семьи в процессе восстановительного лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследовании приняло участие 108 детей с установленным диагнозом ДЦП в соответствии с критериями Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10), имеющие в структуре неврологических нарушений гемипарез, тетрапарез, гиперкинетический синдром либо их комбинацию, с уровнем двигательной активности не выше III по критериям классификации больших моторных функций (Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy, GMFCS).

Из них 83 ребенка прошли нейрореабилитацию с использованием роботизированных комплексов «Экзокисть-2» (производство консорциума в составе научно-производственного объединения (НПО), «Андроидная техника», Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова и Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской Академии Наук) и «Экзокисть-Юниор» (производство консорциума в составе НПО «Андроидная техника» и ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»). 25 детей с ДЦП составили контрольную группу, прошедшую стандартное реабилитационное лечение.

Критериями исключения из исследования были следующие: отказ родителей или законных представителей участников от участия; уровень двигательной активности по критериям GMFCS выше III; наличие плегии верхних конечностей; афатические расстройства; медикаментозно некорректируемая эпилепсия; нарушения зрения, мешающие восприятию инструкций на экране; умственная отсталость умеренной, тяжелой и глубокой степени (F71–73 по МКБ-10).

Исследование проводилось на базе поликлинического отделения клинического медицинского многопрофильного центра Святителя Луки, являющегося структурным подразделением Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», научно-клинического центра «Технологии здоровья и реабилитации» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет», ГБУ Республики Крым «Санаторий для детей и детей с родителями «Чайка» им. Гелиловичей.

Исследование одобрено этическим комитетом ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» (протокол № 4 от 26.03.2020). Получено информированное согласие от родителей на участие детей в исследовании.

Пациенты, вошедшие в исследование, были рандомизировано разделены на следующие группы. В группу «Экзокисть 2» вошли 53 ребенка, проходившие курс реабилитации с использованием комплекса НИМК «Экзокисть-2» (всего 10 сеансов). В группу «Юниор» вошли 20 детей. Пациенты этой группы проходили курс реабилитации с использованием комплекса НИМК «Экзокисть-Юниор» (всего 10 сеансов). В группу «Контроль» вошли 25 человек, проходившие стандартное реабилитационное лечение в течение 21 дня.

Сеансы проводились через день по одной и той же схеме: три сессии по 8 минут с перерывами на отдых не менее 5 минут. Во время сеанса пациенты сидели в кресле перед компьютерным монитором, на котором им показывали визуальные инструкции. Кисти рук размещались

в «рукавицах» экзоскелета. В центре экрана находилась круглая белая метка для фиксации взгляда, вокруг которой располагались три стрелки, меняющие цвет в зависимости от инструкций. Каждая стрелка активировалась на 10 секунд. Пациенты выполняли следующие команды: расслабиться, воображать движение разгибания кисти левой или правой руки, при этом не совершая реальных движений. В течение сеанса ситуации расслабления и воображения движений повторялись 24 раза. Для создания четкого кинестетического образа при воображении движений детям давали инструкцию: «Представь, что у тебя в руке маленький мячик, ты раскрываешь кисть и роняешь его. Почувствуй это движение». При успешном выполнении задания метка для фиксации взгляда окрашивалась в зеленый цвет, экзоскелет выполнял соответствующее движение, и кисть руки пассивно разгибалась. Таким образом, создавался комбинированный зрительный и кинестетический сигнал обратной связи [16].

В ходе курса нейрореабилитации регистрировалась и оценивалась динамика «показателя успешности» каждого тренинга с первого по десятый сеанс с использованием автоматизированных программных алгоритмов, которые учитывали изменения десинхронизации мю-ритма при воображении движения разгибания кисти.

Все дети, принимающие участие в исследовании, проходили комплексную психологическую и неврологическую диагностику до и после курса реабилитации, специфичного для своей группы.

Для оценки изменений объема движений верхних конечностей до и после курса санаторно-курортного лечения использовались несколько шкал. Модифицированная шкала Френчай (MFS) оценивает двигательную функцию через возможность выполнения повседневных действий и состоит из 10 заданий, за которые выставляются баллы. Шкала Abilhand-Kids позволяет родителям оценить двигательную функцию ребенка в быту, включает три категории по степени выполнения навыка: «невозможно», «трудно» и «легко». Для этой шкалы также рассчитывается суммарный показатель X по формуле:

$$X = X1 + 2X2,$$

где диапазон составляет от 0 до 42. Это позволяет применять статистические методы для сравнения возможностей выполнения повседневных действий до и после реабилитации. Для определения навыков самообслуживания использовалась шкала функционирования верхних конечностей (MACS), которая классифицирует манипуляторную деятельность рук у детей с ДЦП в возрасте от 4 до 18 лет в зависимости от возрастных особенностей. Уровень спастичности оценивался с помощью Модифицированной шкалы Тардые, основанной на тестировании мышечного сопротивления при быстром и медленном пассивном движении (5 уровней). Оценка силы мышц сгибателей и разгибателей кисти проводилась с использованием шкалы Британского совета медицинских исследований (MRC-SS). Также использовался индекс Бартел для оценки уровня повседневной активности. С помощью таблиц Шульте оценивали показатели работоспособности и психической устойчивости. Методика «Расстановка чисел» позволяла оценить уровень произвольного внимания ребенка. Опросник «Самочувствие, Активность, Настроение» (САН) направлен на

оценку психоэмоционального состояния респондента в момент заполнения опросника. Методика Дембо-Рубинштейн позволяет изучить самооценку испытуемых.

Родителям детей-пациентов было предложено заполнить опросник «Шкала оценки жизнеспособности семьи» (FRAS) [17]. Жизнеспособность семьи, рассматриваемая как динамическая характеристика, является одним из основных условий для поддержания семейной системы в условиях кризисных ситуаций, таких как болезнь ребенка. Она способствует устойчивости семьи и развитию способности гибко реагировать на стрессовые ситуации, адаптироваться, изменяться и продолжать свое развитие. Шкала содержит пять субшкал: «Семейная коммуникация и связанность», «Позитивный прогноз и решение проблем», «Принятие и гибкость», «Социальные ресурсы» и «Жизнеспособность семьи».

Статистический анализ проводился с использованием критерия Вилкоксона. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения психологических и неврологических показателей до и после тренингов с применением экзоскелета «Экзокисть-2» (группа лечения «Экзокисть-2»)

В данную группу вошли 53 пациента, проходивших курс реабилитации с использованием комплекса НИМК «Экзокисть-2», из них 29 мальчиков и 24 девочки, в возрасте от 12 до 18 лет, средний возраст составил $13,9 \pm 1,8$ лет, 6 левшей и 1 амбидекстр.

Статистически значимые изменения были зарегистрированы для показателя «Эффективность работы» по методике «Таблицы Шульте» ($z = 5,361$, $p = 0,0000$), что указывает на рост эффективности работы, связанной с вниманием. Кроме того, после курса реабилитации с использованием экзоскелета кисти было зафиксировано статистически достоверное улучшение показателей произвольного внимания, определяемого по методике «Расстановка чисел» ($z = 6,214$, $p = 0,0000$).

Были выявлены статистически значимые улучшения в функционировании верхних конечностей по шкале Френчай ($z = 6,092$, $p = 0,0001$); Abilhand-Kids ($z = 5,938$, $p = 0,0001$), а также индекса Бартел ($z = 5,776$, $p = 0,0001$). Анализ показателя выраженности спастичности модифицированной шкалы Тардые позволил выявить значимые улучшения после курса реабилитации как для правой ($z = 4,720$, $p = 0,0001$), так и для левой ($z = 4,742$, $p = 0,0001$) руки.

Помимо этого, наблюдалось увеличение показателей самооценки, измеренного с применением теста Дембо-Рубинштейн ($z = 2,58$, $p = 0,003$).

Не было отмечено изменений в показателях САН, а также в функциональных способностях кистей рук исследуемой выборки (MACS).

При анализе результатов использовались «показатели успешности», которые предоставляли ребенку обратную связь: после каждого сеанса на экране монитора отображался график успешности, позволяющий ребенку следить за своими результатами. Динамика «показателя успешности» (среднее по группе детей $\pm$ стандартное отклонение) на каждом из десяти сеансов роботизированной терапии с использованием экзоскелета кисти представлена на рисунке 1. К восьмому сеансу

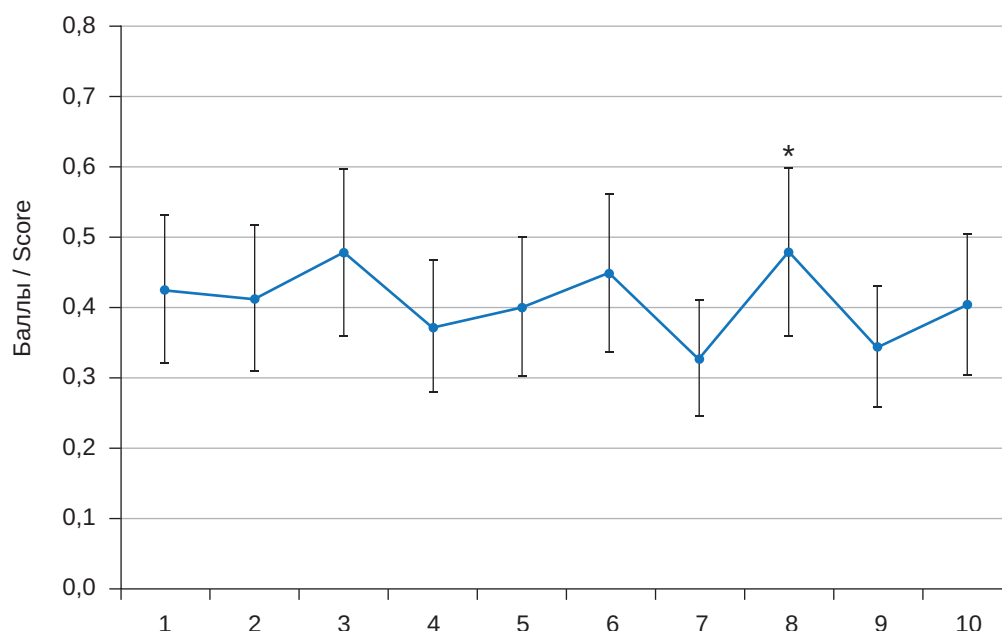


Рис.1. Динамика «показателя успешности» в баллах на каждом из десяти сеансов роботизированной терапии с применением экзоскелета «Экзокисть-2». Показаны средние значения $\pm$ стандартное отклонение

Fig. 1. Dynamics of the «success rate index» in points at each of the ten sessions of robotic therapy with the use of «Exohand-2». Mean values $\pm$ standard deviation are shown

«показатель успешности» статистически значимо возрос ($z = 1,735, p = 0,05$).

Необходимо отметить статистически значимые различия в показателях субшкал «Шкалы оценки жизнеспособности семьи». Так, отмечалось улучшение показателей семейной коммуникации («Семейная коммуникация и связанность», $z = 1,9468, p = 0,05$), принятия ситуации инвалидизации своего ребенка («Принятие и гибкость», $z = 1,9962, p = 0,05$), а также более гибкого использования социальных ресурсов для решения повседневных задач («Социальные ресурсы», $z = 2,7197, p = 0,03$).

Таким образом, полученные статистические результаты свидетельствуют о положительном влиянии тренингов с применением НИМК «Экзокисть-2» на психологические и неврологические характеристики состояния детей с ДЦП, демонстрируют улучшение функций мелкой моторики кисти, увеличение активности в повседневной деятельности. Родители детей этой группы в анкетах отмечали параллельное улучшение внутрисемейных отношений, снижение внутренней напряженности и тревоги, связанной с болезнью ребенка.

Изменения психологических и неврологических показателей до и после тренингов с применением экзоскелета «Юниор» (группа лечения «Юниор»)

В данном исследовании приняло участие 20 детей (11 мальчиков и 9 девочек) в возрасте от 8 до 15 лет, средний возраст составил $11,1 \pm 2,7$ лет, из них 2 ребенка левши.

Анализ данных, зарегистрированных до и после курса роботизированной терапии с использованием экзоскелета «Юниор», показал статистически значимые изменения в ряде показателей. Обнаружены значительные улучшения в функционировании верхних конечностей по шкале Френчай ($z = 3,41, p = 0,0007$), что свидетельствует о восстановлении функций мелкой моторики. Отмечались статистически значимые различия в показателях методик Abilhand-Kids, MACS, шкалы

Тардые и индекса Бартел. Так, наблюдалось улучшение в способности манипулировать предметами с помощью рук (шкала MACS, $z = 5,753, p = 0,0002$), в легкости выполнения повседневных действий (Abilhad-Kids, $z = 3,934, p = 0,003$), а также повседневной жизненной активности (индекс Бартел, $z = 5,495, p = 0,0001$). Стоит отметить также снижение выраженности спастичности, как для правой ($z = 2,581, p = 0,001$), так и для левой ($z = 2,562, p = 0,001$) руки (шкала Тардые).

Согласно методике «Таблицы Шульте», предназначенной для оценки устойчивости внимания и работоспособности, были обнаружены статистически значимые изменения в показателе «Эффективность работы» ($z = 3,50, p = 0,0005$). Эти результаты указывают на рост эффективности работы, связанной с произвольным вниманием, что подтверждается тестом «Расстановка чисел» ($z = 3,06, p = 0,002$). Также были зафиксированы значительные изменения в показателях самооценки (по методике Дембо-Рубинштейн) и САН после курса реабилитации в группе «Юниор». Так, наблюдалось улучшение показателей самооценки ($z = 3,60, p = 0,0003$), а также субшкал теста САН — «самочувствие» ($z = 3,17, p = 0,002$) и «активность» ($z = 3,81, p = 0,0001$). Не было обнаружено статистически значимых различий по субшкале «настроение».

Также наблюдались статистически значимые различия в показателях субшкал «Шкалы оценки жизнеспособности семьи». Отмечалось улучшение показателей семейной коммуникации («Семейная коммуникация и связанность», $z = 2,8154, p = 0,005$), а также более гибкого использования социальных ресурсов для решения повседневных задач («Социальные ресурсы», $z = 1,8361, p = 0,03$).

Анализ «показателей успешности» каждого из сеансов продемонстрировал следующие особенности (рис. 2). Начиная с 3-го сеанса реабилитации наблюдается тенденция к увеличению данного показателя. Статистически значимых изменений показатель успешности достигает к девятому сеансу ($z = 2,5742, p = 0,001$).

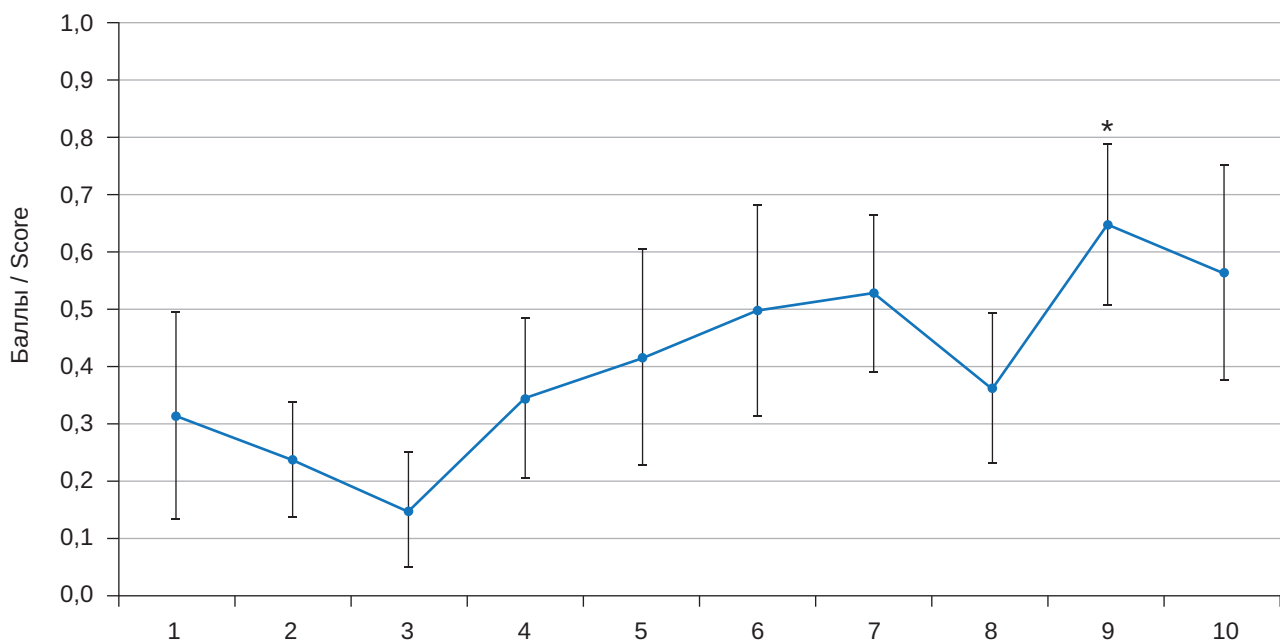


Рис. 2. Динамика «показателя успешности» в баллах на каждом из десяти сеансов роботизированной терапии с применением экзоскелета «Юниор». Показаны средние $\pm$ стандартное отклонение. * — $p < 0,05$ по сравнению с первым сеансом

Fig. 2. Dynamics of the «success rate index» in points at each of the ten sessions of robotic therapy using the exoskeleton «Junior». Mean values $\pm$ standard deviation are shown. * — $p < 0.05$ compared to the first session

Таким образом, в группе «Юниор» не только отмечалось значимое улучшение показателей самочувствия и моторной функции кисти у детей, а также увеличение повседневной активности (тест САН) и повышение самооценки (шкала Дембо-Рубинштейн). Выявленные изменения психологических и неврологических показателей свидетельствуют о значительной успешности курса реабилитации в группе лечения «Юниор». Нормализация эмоционального климата в семье, улучшение внутрисемейных отношений и большая вовлеченность родителей детей в процесс нейрореабилитации наиболее выражено отмечены в данной группе.

Изменения психологических и неврологических показателей до и после реабилитационного лечения (группа «Контроль»)

В контрольную группу включили 25 детей с диагнозом ДЦП (из них 7 девочек и 18 мальчиков) в возрасте от 12 до 15 лет, со средним возрастом $13,2 \pm 1,22$ года. Все участники имели уровень двигательной активности не выше III по классификации больших моторных функций (GMFCS). В течение 21 дня дети проходили стандартный курс реабилитации, который включал лечебную физкультуру, массаж паретичных мышц, пелоидотерапию, гидрокинезиотерапию в термально-минеральной воде и электростимуляцию антагонистов паретичных мышц. Процедуры проводились в соответствии со стандартами санаторно-курортного лечения, установленными приказом Минздравсоцразвития России от 22.11.2004 № 213¹.

Анализ результатов до и после реабилитации в группе «Контроль» показал статистически значимые изме-

нения в показателе «Эффективность работы» по методике «Таблицы Шульте» ($z = 3,107, p = 0,001$), что указывает на рост эффективности внимания. Кроме того, отмечено статистически значительное улучшение показателей произвольного внимания по методике «Расстановка чисел» ($z = 2,201, p = 0,02$).

Однако значительных изменений не было зафиксировано по шкалам Френчай и Abilhand-Kids, индексу Бартел и MACS. Показатели спастичности, оцененные по Модифицированной шкале Тардые, не изменились до и после лечения для обеих рук.

Таким образом, проведенный анализ психологических и неврологических изменений до и после лечения в контрольной группе выявил улучшения в работоспособности и произвольном внимании детей. В то же время показатели функционирования верхних конечностей, выраженность спастичности и уровень повседневной активности остались без статистически значимых изменений.

Отмечались изменения в показателях субшкалы «Семейная коммуникация и связанность» ($z = 0,742, p = 0,01$) по результатам анкетирования родителей, что может быть следствием необходимости тесного взаимодействия как между родителями и ребенком, так и между родителями и специалистами-реабилитологами в ходе лечения.

Обсуждение результатов

Результаты оценки эффективности реабилитации детей с ДЦП в изученных группах позволяют сделать вывод о значимых изменениях психологических и неврологических показателей в группах «Экзокисть-2», «Юниор». В указанных группах происходило не только улучшение двигательных функций в процессе терапии, но и улучшались возможности выполнения ежедневных обиходных действий (шкалы Френчай и Abilhand-Kids),

1 Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 22 ноября 2004 г. № 213 «Об утверждении стандарта санаторно-курортной помощи больным детским церебральным параличом»

работоспособности (таблицы Шульте), снижался уровень спастичности (шкала Тардье), отмечалось увеличение силы мышц кисти (шкала MACS). До начала реабилитации у пациентов была зафиксирована значимо более высокая амплитуда ЭМГ мышц-сгибателей по сравнению с амплитудой мышц-разгибателей, которая снизилась после прохождения курсов нейрореабилитации. Изменения тонуса мышц сгибателей паретичной руки нами рассматриваются как проявление процессов благоприятной реорганизации нейронных цепей, обеспечивающих контроль мышечного тонуса верхних конечностей.

В обеих группах, но наиболее четко в группе «Юниор», одновременно с вышеуказанными изменениями, отмечалось значимое улучшение показателей самочувствия и настроения, увеличение повседневной активности (тест САН), происходило повышение самооценки (шкала Дембо-Рубинштейн), что положительно влияло на внутрисемейные отношения. Не менее важным результатом проведенных курсов реабилитации являлось увеличение объема бытовых навыков, возможностей самообслуживания и уменьшение зависимости от окружающих в повседневной жизни.

Важным фактором в формировании позитивной установки на функциональное восстановление явился отмеченный многими родителями тот факт, что ряд действий в процессе тренировок пациенты начали самостоятельно совершать впервые в жизни. Многие пациенты впервые удерживали в руке карандаш и писали буквы, самостоятельно принимали пищу, удерживая в руке ложку, могли одеться, умыться без посторонней помощи.

Особо следует отметить изменения в отношении родителей к процессу нейрореабилитации, четко продемонстрированные при анкетировании до и после курса лечения ребенка. Так, родители, которые давно свыклись с мыслью о безысходности, несмотря на постоянные рутинные для них курсы лечения в прошлом, стали активно включаться в терапевтический процесс в виде проявления большего внимания к своим детям - инвалидам, успехам ребенка в процессе реабилитации и внутрисемейным взаимоотношениям в целом. Родители активно участвовали в обсуждении результатов и отмечали изменения в психологическом состоянии своих детей. Они говорили о создании благоприятной эмоциональной атмосферы в семье после реабилитации. Также родители обратили внимание на повышение уровня социализации детей, возникновение уверенности в своих способностях и облегчение общения со сверстниками. Кроме того, отмечалось значительное улучшение эмоционального фона, самочувствия, активности и настроения детей. Прогресс, достигнутый в результате тренировок с использованием экзоскелета кисти и метода биологической обратной связи, положительно сказался на эмоциональном состоянии родителей и побудил их активизировать занятия с детьми дома, что в свою очередь усилило положительный эффект от лечения.

Психологический дискомфорт ребенка, отсутствие поддержки и убежденности родителей в возможности функционального восстановления приводят к снижению приверженности пациента реабилитационному процессу и снижают его эффективность. Мы четко увидели, как после первых тренировок, когда и пациент, и родители приходили с чувством неуверенности и сомнением в успехе восстановительного лечения

(часто в связи с неэффективностью проводимых ранее мероприятий), увидев положительный эффект, на последующие сеансы пациенты и их родители приходили с совсем другим эмоциональным настроем. Благодаря позитивной психологической установки родителей наблюдалось повышение эффективности процесса реабилитации у детей. Можно полагать, что продемонстрированная выше динамика «успешности» сеансов, включала и данную составляющую.

Особо следует подчеркнуть, что не только матери, но и отцы детей активно включались в процесс реабилитации, проявляя заинтересованность в результатах после каждого сеанса. Отцы продолжили использовать доступные реабилитационные приемы на дому после окончания курса нейрореабилитации, что свидетельствует об объективной эффективности данного вида терапии с одной стороны, и снижении влияния хронического стресса в повседневном семейном общении с ребенком-инвалидом с другой. Ярким примером является участие отца пациента П., мальчика 14 лет с гемиплегической формой ДЦП, который впервые в жизни ребенка, поверив в возможность функционального восстановления паретичной руки в процессе тренировок с применением нашей методики, продолжал занятия с ребенком дома, фиксируя здоровую руку и стимулируя тем самым применение паретичной кисти в быту. Роль отцов детей с инвалидностью в процессе реабилитации является значимой, поскольку известно, что их участие в жизни и развитии ребенка положительно сказывается на благополучии. Однако при планировании реабилитационных и коррекционных мероприятий роль отца часто остается незамеченной. В мировой литературе имеется немного данных о стрессе, испытываемом отцами детей с церебральным параличом, но вовлечение отца в процесс реабилитации способствует снижению уровня стресса у матерей и улучшению качества жизни всей семьи [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ эффективности реабилитации пациентов детского возраста с ДЦП с использованием роботизированных комплексов «неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти» с применением биологической обратной связи показал положительную комплексную динамику неврологических и психологических показателей. Проводимое нами параллельно курсам тренировок анкетирование и беседы с родителями пациентов продемонстрировали значимый вклад эмоционального состояния и вовлеченности членов семьи в данный процесс.

С учетом увеличения числа пациентов с ДЦП в населении, неблагоприятного прогноза полного восстановления и необходимости ежедневно справляться с трудностями, связанными с ограничением двигательной активности и сопутствующими симптомами, качество жизни как пациентов, так и их семей требует особого внимания. Оценка мнения родителей и их психологического состояния является важным показателем, поскольку они активно участвуют в реабилитационном процессе, поддерживая своих детей, мотивируя их к занятиям и создавая позитивный настрой на выздоровление. Ежедневно ухаживая за детьми и выполняя рутинные манипуляции, родители должны вместе с пациентами, отмечая каждый, пусть небольшой, успех

и шаг к функциональному восстановлению, поощрять и мотивировать детей на этом пути. Шкалы и опросники, которые одновременно учитывают отчеты как пациентов, так и их родителей, могут способствовать более объективной оценке проблемы. Они помогают выявить актуальные вопросы для ребенка и его семьи, а также служат дополнительным инструментом для разработки

и оценки эффективности реабилитационных мероприятий у детей с церебральным параличом [18–20]. Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение качества жизни не только пациентов, страдающих ДЦП, но и качества жизни их родителей для разработки психологического сопровождения эффективных реабилитационных программ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Корсунская Лариса Леонидовна, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нервных болезней и нейрохирургии, Ордена Трудового Красного Знамени медицинский институт им. С.И. Георгиевского, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского.

E-mail: neurocrimea@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0958-130X>

Вербенко Виктория Анатольевна, заведующий кафедрой психиатрии, наркологии, психотерапии с курсом общей и медицинской психологии, Ордена Трудового Красного Знамени медицинский институт им. С.И. Георгиевского, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2085-6001>

Бирюкова Елена Александровна, директор Научно-клинического центра «Технологии здоровья и реабилитации», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2628-0923>

Орехова Лилия Сергеевна, медицинский психолог, Научно-клинический центр «Технологии здоровья и реабилитации» Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0353-641X>

Двирский Александр Анатольевич, профессор кафедры психиатрии, наркологии, психотерапии с курсом общей и медицинской психологии, Ордена Трудового Красного Знамени медицинский институт им. С.И. Георгиевского, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3892-8467>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Корсунская Л.Л., Вербенко В.А., Двирский А.А. — научное обоснование, проведение исследования, написание черновика рукописи, проверка и редактирование рукописи; Бирюкова Е.А., Орехова Л.С. — верификация данных, анализ данных, написание черновика рукописи.

Источники финансирования. Данное исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Республики Крым № 22-15-20035. <https://rscf.ru/project/22-15-20035/>

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие других явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическое утверждение. Авторы заявляют, что все процедуры, использованные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2013 года. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» (г. Симферополь, Россия) (протокол № 1 от 25.01.2022).

Информированное согласие. Авторы получили письменное согласие пациентов (законных представителей) на публикацию всей соответствующей медицинской информации, включенной в рукопись.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Larysa L. Korsunskaya, D.Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Nervous Diseases and Neurosurgery, Order of Labor Red Banner Medical Institute named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University.

E-mail: neurocrimea@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0958-130X>

Viktoriya A. Verbenko, Head of the Department of Psychiatry, Narcology, Psychotherapy with a Course of General and Medical Psychology, Order of Labor Red Banner Medical Institute named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2085-6001>

Elena A. Birukova, Director of the Scientific and Clinical Center "Health and Rehabilitation Technologies", V.I. Vernadsky Crimean Federal University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2628-0923>

Liliia S. Orekhova, Medical Psychologist of the Scientific and Clinical Center "Health and Rehabilitation Technologies", V.I. Vernadsky Crimean Federal University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0353-641X>

Alexander A. Dvirskiy, Professor of the Department of Psychiatry, Narcology, Psychotherapy with a Course of General and Medical Psychology, Order of Labor Red Banner Medical Institute named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3892-8467>

Author Contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors contributed significantly to the conception, study design and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Korsunskaya L.L., Verbenko V.A., Dvirskiy A.A. — conceptualization, investigation, writing — original draft, writing — review & editing; Birukova E.A., Orekhova L.S. — validation, formal analysis, writing — original draft.

Funding. The study was supported by the Russian Science Foundation and the Republic of Crimea grant No. 22-15-20035, <https://rscf.ru/en/project/22-15-20035/>.

Disclosure. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Ethics Approval. The authors declare that all procedures used in this article are in accordance with the ethical standards of the institutions that conducted the study and are consistent with the 2013 Declaration of Helsinki. The study was approved by the Local Ethics Committee of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia (Protocol No. 1 dated 25.01.2022).

Informed Consent for Publication. Written consent was obtained from the patients (legal representatives) for publication of relevant medical information.

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы / References

1. Батышева Т.Т., Гузева В.И., Гузева О.В., Гузева В.В. Совершенствование доступности и качества медицинской помощи и реабилитации детей с детским церебральным параличом. Педиатр. 2016; 7(1); 65–72. <https://doi.org/10.17816/PED7165-72> [Batysheva T.T., Guzeva V.I., Guzeva O.V., Guzeva V.V. Improving the availability and quality of medical care and rehabilitation of children with cerebral palsy. Pediatrician. 2016; 7(1); 65–72. <https://doi.org/10.17816/PED7165-72> (In Russ.).]
2. Газдиева Б.М., Милованова О.А., Витковская С.В. и др. Детский церебральный паралич – актуальная проблема современного общества (обзор литературы). Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2022; 3: 99–116. <https://doi.org/10.17238/issn1999-2351.2022.3.99-116> [Gazdieva B.M., Milovanova O.A., Vitkovskaya S.V., et al. Cerebral palsy is an urgent problem of modern society (literature review). Bulletin of the russian society of specialists in medical and social expertise, rehabilitation and rehabilitation industry. 2022; 3: 99–116. [http://doi.org/10.17238/issn1999-2351.2022.3.99-116](https://doi.org/10.17238/issn1999-2351.2022.3.99-116) (In Russ.).]
3. Чуракова А.В., Ермакова М.К., Ботникова Е.А. Особенности анамнеза, психологическая характеристика и качество жизни детей с детским церебральным параличом. Детская и подростковая реабилитация. 2022; 2(47): 16–22. [Churakova A.V., Ermakova M.K., Botnikova E.A. Features of the medical history, psychological characteristics and the quality of the life of child with cerebral palsy. Child and adolescent rehabilitation. 2022; 2(47): 16–22 (In Russ.).]
4. Varni J.W., Limbers C.A., Burwinkle T.M. Impaired health-related quality of life in children and adolescents with chronic conditions: a comparative analysis of 10 disease clusters and 33 disease categories/severities utilizing the PedsQL 4.0 Generic Core Scales. Health Qual Life Outcomes. 2007; 5: 43. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-5-43>
5. Бойко Е.А., Иванчук Е.В., Петрова Е.В. и др. Оценка уровня тревоги в семьях детей с ограниченными возможностями здоровья в зависимости от реабилитационного опыта семьи. Детская реабилитация; 2023; 5(1): 65–67 [Boyko E.A. Ivanchuk E.V. Petrova E.V., et al. Assessment of the level of anxiety in families of children with disabilities depending on the rehabilitation experience of the family. The pediatric rehabilitation. 2023; 5(1): 65–67 (In Russ.).]
6. Байгалиев А.М., Бутабаева Л.А., Оспанкулов Е.Е. Особенности применения инновационных методов в системе физической реабилитации (на примере детей с нарушениями в опорно-двигательном аппарате). Теория и методика физической культуры. 2023; 73(3): 58–64. https://doi.org/10.48114/2306-5540_2023_3_58 [Bajgaliev A.M., Butabaeva L.A., Ospankulov E.E. Features of the application of innovative methods in the system of physical rehabilitation (on the example of children with disorders in the musculoskeletal system). Theory and methodology of physical education. 2023; 73(3): 58–64. https://doi.org/10.48114/2306-5540_2023_3_58 (In Russ.).]
7. Sporea C., Florescu M.S., Orzan O.A., Cristescu I. Improving the perspectives on quality of life for adolescents with cerebral palsy by medical textile. Industria textile. 2020; 71(1): 81–90. <https://doi.org/10.35530/IT.071.01.1779>
8. Dickinson H.O., Parkinson K.N., Ravens-Sieberger U., et al. Self-reported quality of life of 8–12-year-old children with cerebral palsy: a cross-sectional European study Already Registered. Lancet. 2013; 369(9580): 11–12. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61013-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61013-7)
9. Waasdorp T.E., Bradshaw C.P., Duong J. The Link Between Parents' Perceptions of the School and Their Responses to School Bullying: Variation by Child Characteristics and the Forms of Victimization. J. Educ. Psychol. 2011; 103(2): 324–335. <https://doi.org/10.1037/a0022748>
10. Каримуллин Г.А., Левитина Е.В., Змановская В.А. Оценка качества жизни детей с детским церебральным параличом после оперативного лечения. Уральский медицинский журнал. 2022; 21(4): 27–34. <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2022-21-4-27-34> [Karimullin G.A., Levitina E.V., Zmanovskaja V.A. Assessment of the life quality of children with infantile cerebral palsy after surgical treatment. Ural Medical Journal. 2022; 21(4): 27–34. <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2022-21-4-27-34> (In Russ.).]
11. Radsel A., Osredkar D., Neubauer D. Health-related quality of life in children and adolescents with cerebral palsy. Slovenian Journal of Public Health. 2017; 56(1): 1–10. <https://doi.org/10.1515/sjph-2017-0001>
12. Ozkan Y. Child's quality of life and mother's burden in spastic cerebral palsy: a topographical classification perspective. J. Int. Med. Res. 2018; 46(8): 3131–3137. <https://doi.org/10.1177/0300060518772758>
13. Murphy N., Caplin D.A., Christian B.J., Luther B.L. The Function of Parents and Their Children with Cerebral Palsy. PM&R. 2011; 3(2): 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.11.006>
14. Colver A., Rapp M., Eisemann N., et al. Self-reported quality of life of adolescents with cerebral palsy: A cross-sectional and longitudinal analysis. Lancet. 2015; 385(9969): 705–716. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61229-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61229-0)
15. Корсунская Л.Л., Савчук Е.О., Ларина Н.В., Фалалеев А.П. Эффективность применения комбинированной методики «Неинвазивный интерфейс «Мозг – Компьютер – Экзоскелет кисти» в сочетании с ноотропной терапией в реабилитации детей с детским церебральным параличом. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2020; 15(1): 58–61. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15012> [Korsunskaja L.L., Savchuk E.O., Larina N.V., Falaleev A.P. The effect of the technology «non-invasive interface «brain – computer – exohand» in combination with nootropic therapy in the rehabilitation of children with cerebral palsy. Medical news of the North Caucasus. 2020; 15(1): 58–61. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15012> (In Russ.).]
16. Павленко В.Б., Власенко С.В., Орехова Л.С., Бирюкова Е.А. Улучшение речи у детей с ДЦП на фоне реабилитации с применением нейроинтерфейса «мозг–компьютер–экзоскелет кисти». Вестник РГМУ. 2023; 4: 62–67. <https://doi.org/10.24075/brsmu.2023.026> [Pavlenko V.B., Vlasenko S.V., Orekhova L.S., Biryukova E.A. Speech improvement in children with cerebral palsy by «brain-computer-hand exoskeleton» neurointerface rehabilitation. Bulletin of RSMU. 2023; 4: 62–67. <https://doi.org/10.24075/brsmu.2023.026> (In Russ.).]
17. Гусарова Е.С., Одинцова М.А., Сорокова М.Г. Шкала оценки жизнеспособности семьи: адаптация на российской выборке. Психологические исследования. 2021. 14(77). <https://doi.org/10.54359/ps.v14i77.130> [Gusarova E.S., Odincova M.A., Sorokova M.G. Family resilience assessment scale: adaptation in russian sample. Psihologicheskie issledovaniya. 2021. 14(77). <https://doi.org/10.54359/ps.v14i77.130> (In Russ.).]
18. Viehweger E., Robitail S., Rohon M.A., et al. Measuring quality of life in cerebral palsy children. Ann Readapt Med Phys. 2008; 51(2): 119–37. <https://doi.org/10.1016/j.jannrmp.2007.12.002>
19. Gilson K.M., Davis E., Reddihough D., et al. Quality of life in children with cerebral palsy: Implications for practice. J. Child Neurol. 2014; 29(8): 1134–1140. <https://doi.org/10.1177/0883073814535502>
20. Vaarama M., Pieper R. Quality of Life and Quality of Care: an Integrated Model. Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research. Springer: Cham. 2014; pp. 5673–5680. http://doi.org/10.1007/978-3-031-17299-1_855