

**Е.Ю. Сергеенко<sup>1</sup>, М.М. Фрадкина<sup>2</sup>, М.Ю. Ковалева<sup>1</sup>,  
О.Ю. Белых<sup>2</sup>, Т.И. Панова<sup>1</sup>, О.Г. Желудкова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва

<sup>2</sup> Российская детская клиническая больница, Москва

<sup>3</sup> Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева, Москва

## **Клиническая эффективность реабилитации с использованием роботизированных аппаратов у детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения**

Цель исследования – разработка технологии реабилитации детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения на основе сочетанного применения роботизированных комплексов и кинезотерапевтических методик. Из 45 детей, участвовавших в исследовании, 20 получали комплексную реабилитацию, включая тренинг на аппаратах «Armeo», «THERA-vital», онтогенетическую и координаторную гимнастику; реабилитационный комплекс 25 пациентов содержал только кинезотерапевтические методики. Проведена оценка степени спастичности, координаторных показателей, динамики показателей теста Хаузера и Френчай, изменений функциональной активности верхних и нижних конечностей. Доказана высокая эффективность сочетанного применения роботизированных комплексов и кинезотерапевтических методик в реабилитации детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения.

**Ключевые слова:** дети, опухоль, гимнастика, «Armeo», «THERA-vital», клиническая эффективность.

**Контактная информация:** Ковалева Мария Юрьевна.

E-mail: kovalevami@gmail.com

© Коллектив авторов, 2013

**E.Yu. SERGEENKO, M.M. FRADKINA, M.Yu. KOVALEVA, O.Yu. BELYKH, T.I. PANOVA, O.G. ZHELUDKOVA**

### **Clinical efficacy of rehabilitation with use of robot instruments in children with brain tumours after combination therapy**

The objective of the study is to develop rehabilitation technology for children with cerebral tumors following combined therapy based on concomitant use of robotic complexes and kinesiotherapeutic methods. Of the 45 children enrolled in the study, 20 received combined rehabilitation including training on Armeo and THERA-vital robotic devices, ontogenetic and coordination gymnastics; the rehabilitation complex of 25 patients included only kinesiotherapeutic methods. The degree of spasticity, coordination indicators, dynamics of Frenchay arm test and Hauser ambulation indexes, changes in functional activity of the upper and lower extremities were evaluated. The study provided strong evidence for the high efficacy of concomitant use of robotic training tools and kinesiotherapeutic techniques in rehabilitation of children with cerebral tumors after combination therapy.

**Key words:** children, tumour, gymnastics, «Armeo», «THERA-vital», clinical efficacy.

**В** последние годы в сферу двигательной реабилитации все активнее внедряются современные технологии. Сложный характер двигательных расстройств у неврологических пациентов, вовлеченность в патологический процесс всех звеньев системы регуляции движений, необходимость повышения эффективности реабилитационных программ требуют использования новейших достижений науки и техники [1].

Разработка реабилитационных технологий для детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения чрезвычайно актуальна. Реабилитация должна быть логическим продолжением радикального, интервенционного онкологического лечения, главная ее задача – улучшение качества жизни детей, учитывая, что около 2/3 общего числа пролеченных нуждается в восстановительном лечении [2, 3].

Опухоли ЦНС по частоте занимают 2-е место в структуре злокачественных новообразований детского возраста и 1-е место среди всех солидных опухолей. По данным регистров, они составляют около 20% всех злокачественных новообразований детского возраста и представлены главным образом опухолями головного мозга. Показатель заболеваемости новообразованиями ЦНС у детей от 0 до 19 лет – 3,5–4,0 на 100 тыс. детского населения. Ежегодно в России регистрируют около 1000–1200 новых случаев опухолей головного мозга у детей от 0 до 19 лет [4, 5]. В последние десятилетия значительно увеличилось количество детей, излеченных от опухолей ЦНС; 5-летняя выживаемость составляет 60–70%, поэтому проблема улучшения качества жизни после лечения так актуальна сегодня.

Пациенты с опухолью ЦНС имеют высокий риск развития побочных эффектов, обусловленных как комплексным лечением (оперативное вмешательство, химиотерапия, лучевая терапия), так и локализацией опухоли в ЦНС. Наиболее часто встречающиеся побочные эффекты: неврологические расстройства, отклонения в развитии, ухудшение слуха, замедление роста, дисфункция гипофиза и щитовидной железы, психо-социальные проблемы [6]. Неврологические симптомы в значительной степени обусловлены оперативным вмешательством.

Среди неврологических расстройств у детей данной группы преобладает двигательный дефицит в виде спастического тетрапареза, динамической и статической атаксии. Двигательную реабилитацию у детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения можно проводить только после заключения онколога о возможности использования средств и методов, направленных на восстановление утраченных моторных и бытовых навыков, на основании полного обследования ребенка с использованием современных технологий.

Приказом Минздравсоцразвития РФ от 2 июня 2006 г. № 446 утвержден «Стандарт медицинской помощи больным со злокачественным новообразованием желудочка мозга, большого мозга, кроме долей» для возрастных категорий «дети» и «взрослые», в котором предусмотрено включение в лечебный процесс занятий лечебной физкультурой. Но в настоящее время нет систематизированных разработок, касающихся двигательной реабилитации, тем более с использованием роботизированных технологий и современных кинезотерапевтических методик. Не сформулирована и точка зрения относительно сроков, объема и методов реабилитации у детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения. Как правило, все внимание направлено на психологическую реабилитацию и социальную адаптацию детей данной группы. Важность создания программ двигательной коррекции для детей с опухолями головного мозга, перенесших комплексное лечение, определяется в первую очередь необходимостью увеличения эффективности реабилитации и уменьшения срока, в течение которого восстанавливаются утраченные функции, что имеет несомненную социально-экономическую значимость.

**Цель исследования:** разработка технологии медицинской реабилитации с включением тренировок с использованием роботизированных комплексов «Armeo» и «THERA-vital» для детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено в отделении восстановительного лечения Российской детской клинической больницы. В ходе реабилитации под наблюдением находились 45 детей с опухолью головного мозга после комплексного лечения. Обследуемые методом рандомизации были разделены на две группы: *основная* – 20 детей, в реабилитационную программу которых были включены тренинг с использованием роботизированного тренажера «Armeo» (10 процедур), занятия на роботизированном комплексе «THERA-vital» (12 процедур), онтогенетическая гимнастика по методу Войта (10 процедур), координаторная гимнастика (20 процедур). *Группа сравнения* – 25 детей, получавших онтогенетическую гимнастику по методу Войта и координаторную гимнастику с аналогичным количеством процедур. Возрастной диапазон – от 7 до 16 лет, средний возраст – 13,4±1,4 года.

Распределение детей по локализации опухоли до комплексного лечения: инфратенториальная локализация – 85%, супратенториальная – 15%. В обеих группах преобладали пациенты с медуллобластомой (соответственно 85 и 90%).

На момент госпитализации в отделение восстановительного лечения РДКБ у большинства детей (95%) ведущими в неврологическом статусе были спастический тетрапарез и атаксический синдром. Накануне госпитализации все дети были консультированы онкологом, обследованы с включением МРТ-диагностики с контрастным усилением (отрицательной динамики по сравнению с данными предыдущих МРТ не было, участков патологического накопления контрастного вещества не выявлено), имели заключение об отсутствии рецидива, метастазирования, полной ремиссии и возможности проведения реабилитационных мероприятий.

Программа двигательной реабилитации в обеих группах включала онтогенетическую гимнастику по методу Войта, основанную на терапевтическом применении рефлекторной локомоции с координированной, ритмичной активацией скелетной мускулатуры, и координаторную гимнастику «Баланс», направленную на улучшение координаторных показателей.

В основной группе использовали роботизированный тренажер «Armeo», обеспечивающий сочетание биологической обратной связи и технических приспособлений в виде эргономичного экзоскелета руки (ортеза) со встроенными пружинами, комплексом компьютерных тестирующих и игровых блоков, программным обеспечением, позволяющим анализировать и архивировать отчеты в ходе тренировок. Охватывая руку от плеча до кисти, ортез частично компенсирует ее вес, усиливая остаточную функцию и нейромышечный контроль, тем самым поддерживая активное движение в 3D-пространстве. В ходе тренировки ребенок совершает движения во всех крупных суставах руки – сгибание/разгибание, отведение/приведение, ротация в плечевом суставе, сгибание/разгибание в локтевом суставе, пронация/супинация в комбинированном лучелоктевом суставе, сгибание/разгибание, отведение/приведение в лучезапястном суставе. Крайне важно, что движения совершаются автоматически под визуальным контролем экрана, что способствует более эффективному формированию двигательных паттернов.

Перед началом курса было проведено тестирование для коррекции программы тренировки и определения степени сложности задания в соответствии с возрастом ребенка. Занятия на тренажере «Armeo» проходили ежедневно в течение 30–40 мин.

Тренажер «THERA-vital» использовали у детей основной группы для активно-пассивной тренировки нижних конечностей по стандартной программе в течение 20 мин. Встроенная система контроля и визуализации симметричности движений по принципу биологической обратной связи позволяет ребенку активизировать участие заинтересованной конечности. При этом определяются симметричность работы ног и пройденный путь за одно занятие.

На фоне проводимой двигательной реабилитации оценивали мышечный тонус по 5-балльной шкале спастичности Ашфорта, координаторные показатели на основе теста на сохранение равновесия в позе Ромберга, результаты индекса ходьбы Хаузера [7] и теста Френчай [8]. У детей основной группы определяли функциональные возможности верхних и нижних конечностей, анализируя показатели тренажеров «Armeo» и «THERA-vital».

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью программы Excel методом Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У всех детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения были выявлены спастический тетрапарез, более выраженный в нижних конечностях, статическая и динамическая атаксия, определившие основные симптомы – нарушение опоры, походки, снижение объема активных движений в суставах, пошатывание стоя и при ходьбе.

После проведенного курса реабилитации в основной группе отмечено *снижение мышечного тонуса* по шкале спастичности Ашфорта на 0,8–0,9 балла в нижних конечностях, на 0,8–1 балл в верхних конечностях. Данные изменения по сравнению с исходными достоверно значимы ( $p < 0,05$ ). В группе

Таблица 1

Сравнительный анализ изменений мышечного тонуса в основной группе и группе сравнения до и после реабилитационного курса ( $M \pm m$ , баллы)

Группы	Мышечный тонус, баллы							
	правая нога		правая рука		левая нога		левая рука	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Основная группа	3,6±0,3	2,8±0,4*	3,5±0,5	2,7±0,4*	3,5±0,3	2,6±0,2*	3,5±0,5	2,5±0,2*
Группа сравнения	3,6±0,2	2,8±0,2*	3,2±0,2	2,8±0,2	3,4±0,4	2,6±0,2*	3,1±0,2	2,7±0,3

сравнения отмечено также достоверное снижение мышечного тонуса в ногах ( $p < 0,05$ ); в руках эти показатели не имели достоверной значимости (табл. 1).

Координаторные изменения на фоне проводимого курса реабилитации оценивали в баллах при помощи теста удержания равновесия в простой позе Ромберга до и после курса реабилитации. Статистически значимые результаты ( $p < 0,05$ ) получены в основной группе, где кинезотерапевтические технологии сочетались с тренингом с использованием роботизированных аппаратов. В группе сравнения изменения были выражены по уровню значимости как тенденция ( $0,05 < p < 0,1$ ). Можно полагать, что занятия на роботизированных тренажерах способствуют более эффективной выработке координаторных навыков. С нашей точки зрения, данное утверждение в большей степени касается комплекса «Armeo», поскольку в ходе тренировки необходимо выполнять точные координированные движения под визуальным контролем.

Оценка локомоторной функции нижних конечностей с помощью индекса ходьбы Хаузера в основной группе до начала реабилитационных мероприятий: средний показатель –  $4,2 \pm 0,8$  балла, после окончания курса лечения –  $3,1 \pm 0,4$  балла ( $p < 0,05$ ); в группе сравнения – соответственно  $3,5 \pm 0,9$  и  $3,2 \pm 0,5$  балла, что коррелирует с результатами теста на сохранение равновесия. При этом было отмечено достоверное изменение мышечного тонуса в нижних конечностях у детей основной группы.

Известно, что для осуществления активных целенаправленных движений, особенно сложных комплексных, с участием нескольких мышечных групп, помимо сохранности силы и сократимости мышц необходима согласованная работа этих мышц-агонистов, антагонистов, синергистов, а также мышц, обеспечивающих фиксацию конечностей и/или туловища в момент совершения активного движения. Агонисты обеспечивают выполнение движения; антагонисты, расслабляясь или меняя свой тонус, облегчают выполнение движения; синергисты усиливают движение, а фиксирующие мышцы препятствуют изменению положения и поддерживают оптималь-

ное положение для выполнения движения. Ходьба – яркая иллюстрация того, что критически важную роль в формировании этого паттерна играет сохранность способности координировать работу различных мышечных групп. Необходимо использовать традиционную координаторную гимнастику в сочетании с упражнениями, требующими выполнения четких, целенаправленных движений в условиях ограничения временного компонента на базе принципа биологической обратной связи.

Оценка динамики показателя, характеризующего симметрию движений: в основной группе наблюдалось его увеличение в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ); «пройденный путь» за время тренировки достоверно увеличился в 1,6 раза. Обращает на себя внимание выраженный рост «доли активного участия мышц», что согласуется с результатами, полученными при оценке динамики спастичности, координаторного тестирования и теста Хаузера.

Курс комплексной коррекции двигательных нарушений у обследованных детей способствовал увеличению показателей теста функциональных возможностей руки согласно тесту Френчай, при этом наибольшие изменения выявлены в основной группе – расширение функциональных возможностей рук в среднем в 1,9 раза ( $p < 0,05$ ); в группе сравнения исходные показатели изменились в меньшей степени – в 1,2 раза. Максимальное увеличение функциональных возможностей в основной группе согласно отчетам, полученным в ходе реабилитационного курса при использовании аппарата «Armeo», выразилось в расширении «рабочего пространства» руки по высоте, ширине и глубине, что соответствовало расширению соответствующей амплитуды активных движений в плечевом и локтевом суставах (табл. 2).

Приведенные данные показывают, что в результате включения в комплексную реабилитацию тренировок с использованием роботизированного аппарата «Armeo» достоверно увеличилась амплитуда произвольных движений в плечевом и локтевом суставах у детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения.

По результатам анкетирования родителей детей,

Таблица 2

## Динамика изменения показателей рабочего пространства у детей основной группы

Характеристика рабочего пространства	Соответствующие движения в суставах	Динамика амплитуды движения
Высота	Сгибание–разгибание в плечевом суставе	Увеличение в 1,5 раза
Ширина	Отведение–приведение в плечевом суставе при разогнутом локтевом	Увеличение в 1,3 раза
Глубина	Сгибание–разгибание в локтевом суставе	Увеличение в 1,6 раза

прошедших курс реабилитации, было установлено, что 98% респондентов отдали предпочтение тренажеру «Arteo» как наиболее, на их взгляд, интересному и эффективному. Все родители отметили высокий уровень мотивации ребенка к тренировке, связанный с возможностью самоконтроля за качеством выполнения заданий, а также значительное увеличение объема движений и появление качественно новых движений в результате первой госпитализации в отделение восстановительного лечения РДКБ. Родители также отметили, что после тренировок на тренажере «THERA-vital» более 85% детей основной группы к концу курса реабилитации начинали осваивать сложные движения.

## ВЫВОДЫ

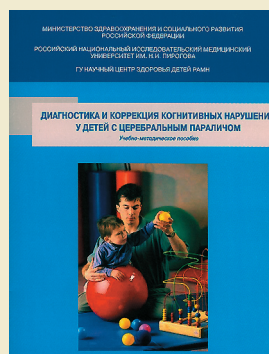
Применение роботизированных технологий на основе использования тренажеров «Arteo» и «THERA-vital» в комплексе с известными кинезотерапевтическими методиками клинически эффективно и обосновано у детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения. Эффект лечения характеризуется существенными изменениями показателей спастичности, положительной динамикой координаторного тестирования, улучшением локомоторной функции нижних и верхних конечностей, что в значительной мере способствует увеличению

эффективности реабилитации, уменьшению продолжительности реабилитационного этапного лечения и улучшению качества жизни детей данной группы.

## Литература

1. Olson M.W., Li L., Solomonow M. Flexion-relaxation response to cyclic lumbar flexion. Clin Biomech 2004; 19 (8): 769–76.
2. Bruce B.S., Chapman A., MacDonald A., Newcombe J. School experiences of families of children with brain tumors. – J pediatr oncol nursing 2008; 25 (6): 331–9.
3. Sliwa J.A., Thatcher S., Jet J. Paraneoplastic subacute cerebellar degeneration: functional improvement and the role of rehabilitation. Arch Physical Med Rehabil 1994; 75: 355–7.
4. Kahl J., Doz F., Taylor R. Embryonic tumors // Walker DA, Perilongo G, Punt JAG, Taylor RE, eds / Brain and spinal Tumors of childhood. Arnold 2004; 314–30.
5. Kaatsch P., Spix C., Michaelis J. 20 Years German Childhood Cancer registry // Annual report 1999. Mainz: Institute for Medical Statistics and Documentation of the University, 2000. www.kinderkrebsregister.de.
6. Gajjar A. Recent advances in therapy for medulloblastoma. U.S.A., ASCO. J Clin oncol 1999; 579–86.
7. Белова А.Н., Прокопенко С.В. Нейрореабилитация. 3-е изд., перераб. и дополн. – М., 2010, с. 108.
8. Wade DT. Measurement in neurological rehabilitation. New York: Oxford University Press, 1992.

А Н О Н С



## Диагностика и коррекция когнитивных нарушений у детей с церебральным параличом

Учебно-методическое пособие

Составители: С.А. Немкова, Н.Н. Заваденко, Л.С. Намазова-Баранова, О.И. Маслова, Л.В. Калинина, Т.М. Красильщикова, Ю.Е. Нестеровский, Л.Н. Каменных, С.В. Говорун, М.В. Чадаева

М.: ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздравсоцразвития России, 2011, – 32 с.

Предназначено для студентов медицинских ВУЗов, клинических ординаторов, аспирантов, слушателей ФУВ, научных работников и практических специалистов неврологических, психоневро-

логических и психиатрических больниц и отделений, поликлиник, консультативно-диагностических центров; неврологов, логопедов, дефектологов, психологов, психиатров и других специалистов.