

Роботизированные аппараты «Армео» и «Тера витал» в реабилитации детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения

Е.Ю.Сергеенко¹, О.Г.Желудкова², М.Ю.Ковалева¹, М.М.Фрадкина³, О.Ю.Белых³

¹Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова, кафедра реабилитологии и физиотерапии факультета усовершенствования врачей, Москва (зав. кафедрой — проф. Е.Ю.Сергеенко);

²Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Д.Рогачева, отделение нейроонкологии, Москва (директор — акад. РАМН, проф. А.Г.Румянцев);

³Российская детская клиническая больница, Москва (главный врач — проф. Н.Н.Ваганов)

Целью исследования была разработка технологии реабилитации детей с опухолями головного мозга после комплексного лечения на основе сочетанного применения роботизированных комплексов и кинезотерапевтических методик. В исследование были включены 40 детей. Комплексную реабилитацию с включением тренинга на аппаратах «Армео», «Тера витал», онтогенетическую и координаторную гимнастику получали 15 больных. У 25 пациентов в реабилитационный комплекс вошли только кинезотерапевтические методики. Проведена оценка степени спастичности, динамики показателей теста Хаузера и Френчай, координаторного тестирования, а также изменений функциональной активности верхних и нижних конечностей. Доказана высокая эффективность сочетанного применения роботизированных комплексов и кинезотерапевтических методик в реабилитации детей после комплексного лечения опухолей головного мозга.

Ключевые слова: опухоль, головной мозг, кинезотерапия, координаторная гимнастика, Армео, Тера витал, клиническая эффективность, педиатрия

Robotized Trainers «Armeo» and «Thera Vital» in Rehabilitation of Children with Brain Tumors after Combined Treatment

E.Yu.Sergeenko¹, O.G.Zheludkova², M.Yu.Kovaleva¹, M.M.Fradkina³, O.Yu.Belykh³

¹Pirogov Russian National Research Medical University, Department of Rehabilitology and Physiotherapy, Doctors' Improvement Faculty, Moscow (Head of the Department — Prof. E.Yu.Sergeenko);

²Federal Scientific and Clinical Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology named after D.Rogachev, Department of Neurooncology, Moscow (Director — Acad. of RAMS, Prof. A.G.Rumyantsev);

³Russian Children's Clinical Hospital, Moscow (Chief Doctor — Prof. N.N.Vaganov)

The aim of the study was the development of rehabilitation technology for children with brain tumors after combined treatment based on combined employment of robotized complexes and kinesiotherapeutic techniques. 40 children were included in the study. 15 of them got rehabilitational complex which included training on robotized trainers «Armeo» and «Thera vital», ontogenetic and coordination gymnastics, other 25 patients got only kinesiotherapeutic techniques. The estimate of spasticity degree, dynamics of Frenchay arm test, Hauser ambulation index, coordination tests and also changes of functional activities of upper and lower extremities was performed. High effectiveness of combined employment of robotized complexes and kinesiotherapeutic techniques in rehabilitation for children after the combined treatment of brain tumors was confirmed in the study.

Key words: tumor, brain, kinesitherapy, coordination gymnastics, Armeo, Thera vital, clinical effectiveness, pediatrics

Для корреспонденции:

Ковалева Мария Юрьевна, ассистент кафедры реабилитологии и физиотерапии факультета усовершенствования врачей Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И.Пирогова

Адрес: 117513, Москва, Ленинский пр-т, 117

Телефон: (499) 792-8167

E-mail: kovalevamu@gmail.com

Статья поступила 15.06.2012, принята к печати 31.10.2012

Реабилитация детей после лечения опухолей центральной нервной системы (ЦНС) — важный этап в цепи медицинских мероприятий. Сегодня онкорехабилитация должна стать закономерным продолжением радикального интервенционного лечения онкологического пациента. Ее главная задача — улучшение качества жизни подобных больных, тем более что около двух третей всех пролеченных онкологических пациентов нуждаются в восстановительном лечении. Особенную значимость

данной проблеме придает то, что опухоли ЦНС занимают 2-е место по частоте в структуре злокачественных новообразований детского возраста и 1-е — среди всех солидных опухолей. По данным регистров, они составляют около 20% всех злокачественных новообразований детского возраста и представлены главным образом опухолями головного мозга. Заболеваемость новообразованиями ЦНС у детей от 0 до 19 лет составляет 3,5–4,0 на 100 000 детского населения. Ежегодно в России регистрируют около 1000–1200 новых случаев опухолей головного мозга у детей этого возраста [1, 2].

Опухоли ЦНС у детей — это большая гетерогенная группа новообразований, разнообразие гистологических вариантов которых зависит от возраста пациента. У детей до 15 лет преобладают эмбриональные опухоли и астроцитомы различной степени дифференцировки, остальные варианты встречаются в незначительном проценте случаев. В подростковой группе отмечают уменьшение частоты типичных для детей эмбриональных опухолей и увеличение числа новообразований, характерных для взрослых пациентов. В 70% случаев опухоли ЦНС у детей представлены инфратенториальной локализацией, супратенториальные опухоли выявляют у 30% больных [2–4].

Среди злокачественных опухолей ЦНС у детей 1-е место по частоте занимает медуллобластома, за ней следуют злокачественные глиомы (мультиформная глиобластома и анапластическая астроцитомы) и анапластическая эпендимомы; среди опухолей низкой степени злокачественности преобладают пилоидная астроцитомы и краниофарингиомы. Около 45% больных со злокачественными опухолями головного мозга при первичной диагностике имеют метастазирование в другие отделы ЦНС, чаще всего это больные с медуллобластомой [1, 3–5].

Диагностика опухолей ЦНС требует обязательного проведения магнитно-резонансной и компьютерной томографий (МРТ и КТ) с контрастным усилением и без, а также цитологического метода исследования и определения онкомаркеров в сыворотке крови и люмбальном ликворе [1, 3, 6].

Тактику лечения опухолей ЦНС определяет их гистологический вариант. Первым этапом лечения является хирургическая резекция опухоли, цель которой — максимальное удаление опухоли, уточнение гистологического варианта и уменьшение неврологических симптомов. Лучевая терапия (ЛТ) включает облучение опухоли или послеоперационного ложа, и дополнительно безопасной области, страхующей от потенциального распространения опухоли [6]. Для усиления эффекта лучевой терапии применяют химиотерапию. Она позволяет также избежать или отложить лучевую терапию у маленьких детей, у которых крайне велик риск токсического действия облучения [6]. Комплексный подход в лечении медуллобластомы с выполнением после хирургического лечения полихимиотерапии и лучевой терапии обязателен у детей старше 3 лет.

В последние десятилетия значительно вырос процент детей, излеченных от опухолей ЦНС, пятилетняя выживаемость составляет 60–70%. Поэтому главный интерес на сегодняшний день представляет качество жизни пациентов после лечения.

К сожалению, больные с опухолью ЦНС имеют высокий риск развития побочных эффектов, обусловленных как лечением, так и самой опухолью в зависимости от ее локализации в ЦНС. Возможные побочные эффекты ЛТ: отклонения в развитии, неврологические расстройства, ухудшение слуха, замедление роста, дисфункция гипофиза и щитовидной железы, психосоциальные проблемы [7]. Неврологические расстройства могут быть обусловлены также оперативным вмешательством.

Среди неврологических расстройств у детей данной группы преобладает двигательный дефицит в виде спастического тетрапареза, динамической и статической атаксии. Несомненно, детям данной группы необходима двигательная реабилитация, которую можно проводить только после заключения онколога о возможности использования средств и методов, направленных на восстановление утраченных моторных и бытовых навыков.

В настоящее время в литературе, как правило, рассматривают психологическую реабилитацию и социальную адаптацию, хотя программы двигательной коррекции для детей, перенесших комплексное лечение по поводу опухоли головного мозга, имеют социально-экономическую направленность, и разработка подобных технологий представляется чрезвычайно актуальной [8]. Следует отметить, что в литературных источниках не представлены работы, касающиеся применения использованных в данном исследовании роботизированных, а также кинезотерапевтических технологий у детей данной группы.

Учитывая отсутствие сформулированной точки зрения на сроки, объем и методы реабилитации у детей, перенесших комплексное лечение в связи с опухолью головного мозга, нами проведено исследование, целью которого была разработка технологии медицинской реабилитации с включением тренировок с использованием роботизированных комплексов «Армео» и «Тера витал» для детей данной группы.

Пациенты и методы

Проанализированы результаты реабилитации 40 детей, перенесших комплексное лечение в связи с онкологическим процессом головного мозга. С учетом реабилитационной программы обследуемых разделили на две группы. В 1-ю (основную) группу вошли 15 детей, реабилитационная программа которых включала тренинг с использованием роботизированного тренажера «Армео» (10 процедур), занятия на роботизированном комплексе «Тера витал» (12 процедур), онтогенетическую гимнастику по методу Войта (10 процедур), координаторную гимнастику (20 процедур). Во 2-ю группу (сравнения) были включены 25 детей, получавших только онтогенетическую (по методу Войта) и координаторную гимнастику с аналогичным количеством процедур. Возрастной диапазон составил от 7 до 16 лет, средний возраст — $11,2 \pm 2,2$ года. Распределение детей по локализации опухоли до комплексного лечения: инфратенториальная локализация — 85%, супратенториальная — 15%. В обеих группах преобладали пациенты с медуллобластомой (85 и 90% соответственно).

На момент госпитализации в отделение восстановительного лечения у большинства пациентов (95%) ведущим в неврологическом статусе был спастический тетрапарез, атаксический синдром.

Всех пациентов обеих групп перед проведением двигательной реабилитации проконсультировал онколог. Они были обследованы с включением МРТ-диагностики с контрастным усилением (отрицательная динамика по сравнению с данными предыдущих МРТ не определена, участков патологического накопления контрастного вещества не выявлено), имели заключение об отсутствии рецидива, метастазирования, полной ремиссии и возможности проведения реабилитационных мероприятий. Распределение пациентов на группы осуществляли методом рандомизации.

Программа двигательной реабилитации в обеих группах включала онтогенетическую гимнастику по Войта, основанную на терапевтическом применении рефлекторной локомоции с координированной, ритмичной активацией скелетной мускулатуры, и координаторную гимнастику «Баланс», направленную на улучшение координационных показателей у детей после комплексного лечения в связи с опухолью головного мозга.

В основной группе использовали роботизированный тренажер «Армео». Его особенностью является поддержка верхней конечности в комбинации с обратной связью, которая облегчает процесс обучения, и трехмерным изображением рабочего пространства, что позволяет ребенку успешно манипулировать рукой и совершенствовать функциональные возможности в условиях виртуальной реальности. В ходе реабилитационного курса определяли степень компенсации веса верхней конечности и размер рабочего пространства, которые помогали судить об эффективности проводимых мероприятий.

Всем пациентам предлагали стандартный пакет заданий по принципу «от простого к сложному», включавший 10 упражнений. Оценивали время освоения каждого упражнения (например, упражнения «На рыбалку») при стопроцентном выполнении задания либо количество элементов, выполненных в течение заданного времени (упражнение «Снежки»).

Наряду с роботизированным комплексом «Армео» в основной группе использовали роботизированный тренажер «Тера витал» для пассивной (с помощью силы мотора) и активной (за счет мышечной силы больного) тренировки нижних конечностей пациентов. В итоге тренировки на дисплее выводилась таблица, позволявшая анализировать результаты на этапах. Оценивалась общая активность пациента в процентах; «левая и правая активность» в процентах (показатель равнозначности участия левой и правой ноги в процессе тренировки); путь, освоенный в течение заданного времени (км); мощность мотора в начале и в конце процедуры (Нм), которая характеризует мышечную напряженность в первые и последние 60 с.

На фоне проводимой двигательной реабилитации оценивали мышечный тонус по пятибалльной шкале спастичности Ашфорта, индекс ходьбы Хаузера и результаты теста Френчай, проводили координаторное тестирование. В основной группе также определяли функциональные возможности верхних и нижних конечностей на основе данных, полученных в результате анализа показателей роботизированных аппаратов «Армео» и «Тера витал».

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

Результаты исследования и их обсуждение

В клинической картине у пациентов обеих групп диагностировали двигательные расстройства, преимущественно представленные спастическим тетрапарезом, более выраженным в нижних конечностях, и атаксией. У детей были выявлены нарушение походки, опоры, снижение объема активных движений в суставах, пошатывание при ходьбе.

При оценке показателей, полученных на основе биологической обратной связи и предоставляемых компьютеризированным роботизированным аппаратом «Тера витал» в виде таблицы-отчета, во время первой и последней процедуры в основной группе отмечено увеличение минимального (в 1,7 раза) и максимального количества оборотов (в 1,2 раза), об-

Таблица 1. Динамика изменений показателей функций руки у пациентов основной группы

Функция руки	Увеличение, кратность
Отведение руки в плечевом суставе, см	1,8
Приведение руки в плечевом суставе, см	1,6
Сгибание в локтевом и плечевом суставах, см	1,8
Разгибание в локтевом и плечевом суставах, см	1,2
Отведение руки кнаружи при разогнутом локтевом суставе, см	1,2
Приведение руки кнутри при согнутом локтевом суставе, см	1,7
Пронация предплечья, °	2,8
Супинация предплечья, °	1,3
Сгибание в лучезапястном суставе, см	1,2
Разгибание в лучезапястном суставе, см	1,4

щая активность практически не менялась, равнозначность участия левой и правой ноги возросла (в 1,3–1,4 раза), произошло увеличение пути в течение заданного времени (в среднем в 1,6 раза). Показатель изменения минимального и максимального количества оборотов (об/мин) опосредованно характеризует динамику роста мышечной силы в ходе реабилитационного процесса. Учитывая наличие у детей спастического тетрапареза с преимущественным поражением нижних конечностей и преобладанием спастичности чаще на одной стороне, важно было оценить равнозначность участия обеих ног, что отражали цифровые значения (%) на дисплее аппарата в отчете. При равнозначности участия показатели приближались к соотношению 50 на 50%, что позволяло говорить о снижении спастичности и в комплексе с другими показателями о нарастании мышечной силы на фоне реабилитационных мероприятий.

Каждый пациент основной группы участвовал в тренинге на роботизированном комплексе «Армео», который позволял оценить степень изменений в сантиметрах или градусах основных функций верхних конечностей, включая объем активных движений (табл. 1).

На основании приведенных данных можно полагать, что в результате включения процедур с использованием роботизированного комплекса «Армео» увеличивается амплитуда произвольных движений в плечевом, локтевом и лучезапястном суставах у детей после комплексного лечения в связи с опухолью головного мозга.

Оценку результативности проведенного комплекса двигательной реабилитации проводили на основе сравнительного анализа изменений мышечного тонуса в группах (табл. 2).

После проведенного комплекса реабилитации в основной группе отмечено снижение мышечного тонуса по шкале спастичности Ашфорта на 0,8–1,0 балла в нижних и на 0,8–0,9 балла в верхних конечностях. Данные изменения являются достоверно значимыми ($p < 0,05$) по сравнению с исходными. В контрольной группе также отмечено достоверное снижение мышечного тонуса в ногах ($p < 0,05$), в руках показатели не достигли достоверной значимости.

Для оценки локомоторной функции нижних конечностей использовали индекс ходьбы Хаузера (Hauser S., 1983; Wade D., 1992), включающий ранжирование пациентов по десяти градациям в зависимости от необходимости внешней помощи, использования приспособлений для передвижения и времени прохождения тестового расстояния. Тест состоит в том, что больной проходит заданное расстояние (8 м) с возможной для него скоростью и, если нужно, использует вспомогательные средства. Регистрируют время в секундах,

Таблица 2. Сравнительный анализ изменений мышечного тонуса в исследуемых группах до и после реабилитационного курса ($M \pm m$, баллы)

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

* — $p < 0,05$ при сравнении с соответствующим показателем до реабилитационного курса

затраченное для прохождения данного расстояния, а также делают отметку об использовании вспомогательных средств, если они применялись. В основной группе до начала реабилитационных мероприятий средний индекс составил $4,2 \pm 0,8$ балла, после окончания курса лечения — $3,1 \pm 0,4$ балла ($p < 0,05$), в группе сравнения аналогичные индексы были — $3,7 \pm 0,9$ и $3,2 \pm 0,5$ балла. Полученные результаты позволяют говорить о более высокой эффективности использованных методов в основной группе и их направленности на изменение показателей, характеризующих ходьбу пациентов.

Курс комплексной коррекции двигательных нарушений у обследованных больных способствовал повышению показателей теста функциональных возможностей руки согласно тесту Френчай (Frenchay Arm Test). При этом наибольшие изменения выявлены в основной группе в виде расширения функциональных возможностей рук в среднем в 2,1 раза, тогда как в группе сравнения исходные показатели изменились в меньшей степени — в 0,8 раза. Ребенку предлагали выполнить пять заданий каждой рукой и по количеству выполненных заданий проводили оценку в баллах (максимальное количество баллов — 5). Полученные данные позволяют полагать, что включение тренинга с использованием роботизированного аппарата «Армео» в комплекс лечебных процедур у детей основной группы достоверно улучшает функциональные возможности рук за счет коррекции степени спастичности и воздействия на объем движений во всех суставах.

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 ($p < 0,05$) были получены в основной группе, где кинезотерапевтические технологии сочетали с тренингом с использованием роботизированных комплексов. В группе сравнения изменения были выражены по уровню значимости как тенденция ($p > 0,05$, но $p < 0,1$), в связи с чем можно полагать, что занятия на роботизированных тренажерах способствуют более эффективной выработке координаторных навыков. С нашей точки зрения, в большей степени данное утверждение относится к использованию комплекса «Армео» в связи с необходимостью осуществлять точные координированные движения во время освоения программы.

Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что применение роботизированных технологий на основе использования тренажеров «Армео» и «Тера витал» в комплексе с известными кинезотерапевтическими методиками является клинически эффективным и обоснованным у детей с опухолью головного мозга после комплексного лечения. Эффект лечения характеризуется существенными изменениями показателей спастичности, улучшением локомоторной функции нижних и верхних конечностей, положительной динамикой координа-

торного тестирования, что в значительной мере способствует улучшению качества жизни пациентов данной группы.

Исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития «Профилактика, диагностика и лечение заболеваний, связанных с нарушением кровообращения и гипоксией» Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И.Пирогова.

Литература

- Kühl J., Doz F., Taylor R. Embryonic tumors // Walker D.A., Perilongo G., Punt J.A.G., Taylor R.E. Principles and practices of pediatric oncology / 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. P.786–864.
- McNeil D., Cote T., Clegg L. Incidence and trends pediatric malignancies medulloblastoma / primitive neuroectodermal tumor: Surveillance epidemiology and results // Med. Pediatr. Oncol. 2002. V.39(3). P.190–194.
- Мацко Д.Е., Коршунов А.Г. Атлас опухолей центральной нервной системы. СПб.: Медицина, 1998. С.76–80.
- Kleihues P. World Health Organization classification of tumors // Pathology and genetics of the tumors of the central nervous system / Ed. by P.Kleihues, W.K.Cauance. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer Press, 2000. P.208–241.
- Kellie S.J. Chemotherapy of central nervous system tumours in infants // Childs Nerv Syst. 1999. V.15. P.592–612.
- Blaney S.M., Kun L.E., Hunter J. et al. Tumors of central nervous system // Principles and Practices of Pediatric oncology / Ed. by P.A.Pizzo, D.G.Poplack. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. P.786–864.
- Gajjar A., Sanford R., Bhargava R. et al. Medulloblastoma with brain stem involvement: the impact of gross total resection on outcome // Pediatr Neurosurg. 1996. V.25(4). P.182–187.
- Bruce B.S., Chapman A., MacDonald A., Newcombe J. School experiences of families of children with brain tumors // J Pediatr Oncol Nurs. 2008 Nov–Dec. V.25(6). P.331–339.

Информация об авторах:

Сергеенко Елена Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой реабилитологии и физиотерапии факультета усовершенствования врачей Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 117513, Москва, Ленинский пр-т, 117
Телефон: (499) 792-8167
E-mail: elenarsmu@mail.com

Желудкова Ольга Григорьевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением нейроонкологии Федерального научно-клинического центра детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Д.Рогачева
Адрес: 117198, Москва, ул. Саморы Машела, 1
Телефон: (495) 287-6581
E-mail: clelud@mail.ru

Фрадкина Марина Марковна, заведующая отделением восстановительного лечения Российской детской клинической больницы
Адрес: 117513, Москва, Ленинский пр-т, 117
Телефон: (495) 936-9444

Белых Ольга Юрьевна, врач лечебной физкультуры отделения восстановительного лечения Российской детской клинической больницы
Адрес: 117513, Москва, Ленинский пр-т, 117
Телефон: (495) 936-9444
E-mail: belykh.ol@gmail.com