



РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ В ЭТАПНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

Ю.В. Полилова¹, В.А. Дробышев², В.В. Ступак¹, О.В. Шелякина¹, С.Б. Цветовский¹, Е.В. Чешева¹, Е.В. Мамонова³

¹Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия

³Инновационный медико-технологический центр, Новосибирск, Россия

Цель исследования. Анализ результатов реабилитации пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы с использованием роботизированной техники в раннем восстановительном периоде.

Материал и методы. В реабилитационном отделении обследованы и пролечены 122 пациента с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы, имеющих двигательные нарушения. В 1-ю группу включены 59 пациентов, у которых использовали исходный вариант программы восстановительного лечения, во 2-ю — 63 пациента, у которых применяли программу с более длительной и тщательной подготовкой к занятиям на аппарате «Локмат», состоящую из догоспитального, подготовительного и основного этапов.

Результаты. Курс восстановительной терапии положительно влиял на динамику неврологической симптоматики. У пациентов 2-й группы показатели позитивной динамики статистически достоверно были более высокими. Данные электрофизиологического исследования также свидетельствуют о том, что оптимизированная программа лечения оказалась более эффективной в восстановлении утраченных функций спинного мозга. Благодаря оптимизации проводимых реабилитационных мероприятий и предварительной подготовки пациентов к нагрузкам уменьшилась частота побочных реакций (ортостатических, температурных, нарастания пирамидного мышечного тонуса в нижних конечностях) по сравнению со стандартным подходом.

Заключение. Оптимизированный курс восстановительной терапии положительно влияет на динамику неврологической симптоматики.

Ключевые слова: позвоночно-спинномозговая травма, роботизированная механотерапия, ортостатические реакции, температурные реакции, пирамидный мышечный тонус.

Для цитирования: Полилова Ю.В., Дробышев В.А., Ступак В.В., Шелякина О.В., Цветовский С.Б., Чешева Е.В., Мамонова Е.В. Роботизированная механотерапия в этапной реабилитации пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы // Хирургия позвоночника. 2017. Т. 14. № 1. С. 46–50.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.1.46-50>.

ROBOTIC MECHANOTHERAPY IN STAGED REHABILITATION OF PATIENTS WITH CONSEQUENCES OF SPINAL CORD INJURY

Yu.V. Polilova¹, V.A. Drobyshev², V.V. Stupak¹, O.V. Shelyakina¹, S.B. Tsvetovskiy¹, E.V. Chesheva¹, E.V. Mamonova³

¹Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

³Innovation Medical Technology Center, Novosibirsk, Russia

Objective. To analyze the outcomes of early rehabilitation of patients with consequences of spinal cord injury using robotic technology.

Material and Methods. A total of 122 patients with consequences of spinal cord injury having movement disorders were examined and treated in the rehabilitation department of the Novosibirsk RITO. Group 1 included 59 patients treated with the standard version of rehabilitation program, while the program used in Group 2 (63 patients) involved longer and more careful preparation for sessions on the Lokomat machine and consisted of three stages of treatment — prehospital, preliminary and main ones.

Results. The course of rehabilitation therapy had positive effect on the dynamics of neurological symptoms. Indicators of positive dynamics were statistically significantly higher in patients of Group 2. Data of electrophysiological study also showed that the optimized treatment program was more effective in restoring lost functions of the spinal cord. Optimization of rehabilitation and preconditioning of patients to loads decreased frequency of adverse reactions (orthostatic and fever responses, increase in pyramidal muscle tone in lower extremities) in comparison with the standard approach.

Conclusion. Optimized course of rehabilitation therapy positively affected the dynamics of neurological symptoms.

Key Words: spinal cord injury, robotic mechanotherapy, orthostatic response, fever response, pyramidal muscle tone.

Please cite this paper as: Polilova YuV, Drobyshev VA, Stupak VV, Shelyakina OV, Tsvetovskiy SB, Chesheva EV, Mamonova EV. Robotic mechanotherapy in staged rehabilitation of patients with consequences of spinal cord injury. Hir. Pozvonoc. 2017;14(1):46–50. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.1.46-50>.

В России частота встречаемости травм спинного мозга составляет до 8000 случаев в год, около половины пострадавших выживают, но 80 % из них впоследствии получают I или II группу инвалидности [1, 6]. Эффективность восстановления двигательных нарушений у пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы (ПСМТ) определяется тяжестью неврологического дефицита [2]. Дискоординация корково-подкорковых ассоциаций приводит к преобладанию пирамидного тонуса в нижних конечностях, у пациентов выявляют вегетативную дисфункцию и снижение толерантности к физическим нагрузкам [2, 5], поэтому стандартные физические нагрузки могут провоцировать спастические явления в мышцах нижних конечностей, а также различные ортостатические реакции [1]. Все это определяет поиск эффективных высокотехнологичных методик, включая роботизированные комплексы, но недостаток практических наработок ограничивает их широкое применение [4].

Цель исследования – анализ результатов медицинской реабилитации пациентов с последствиями ПСМТ с использованием роботизированной техники в раннем восстановительном периоде.

Материал и методы

В течение двух лет в Новосибирском НИИТО пролечены 122 пациента 18–60 лет (средний возраст $36,2 \pm 2,4$ года) в раннем восстановительном периоде ПСМТ с силовыми парезами и нарушениями чувствительности по проводниковому типу.

С целью контроля динамики лечения всем пациентам проводили исследование соматического статуса и неврологического дефицита по шкале ASIA, оценку спастичности по шкале Ashworth, электронейромиографию с использованием аппарата «Neuropack-2», регистрацию корковых соматосенсорных вызванных потенциалов на стимуляцию большеберцовых и малоберцовых нервов.

Все пациенты, в зависимости от методики лечения, разделены на две группы. Основанием для включения в программы лечения служил неврологический дефицит (тип C или D по шкале ASIA) с двигательными нарушениями. Противопоказаниями были масса тела более 130 кг и менее 30 кг, рост более 200 см, выраженная асимметрия тела (различие длины нижних конечностей 2 см и более), выраженная деформация позвоночника (сколиотическая болезнь III–IV ст. и др.), контрактуры суставов, остеопороз III–IV ст., патология суставов (артроз III–IV ст., асептический некроз головки бедренной кости, дисплазии суставов и др.), артродезы суставов нижних конечностей, повреждения мягких тканей (пролежни и др.), злокачественные новообразования, декомпенсация заболеваний внутренних органов, когнитивные нарушения, эпилепсия.

В 1-ю группу включены 59 человек, у которых использовали исходный вариант программы: нейрометаболическую терапию (ингибиторы холинэстеразы, антиоксиданты, ноотропы, ангиопротекторы, витамины группы B), массаж спины, верхних и нижних конечностей, физиотерапию (магнитотерапия, электромиостимуляция, электрофорез), комплексы ЛФК на ковре (упражнения на координацию, укрепление мышц спины и нижних конечностей), занятия на тренажере «Balance Trainer» и на роботизированном комплексе для индуцированной ходьбы «Lokomat» по 20 мин в день пять раз в неделю. К тренировкам на аппарате «Lokomat» приступали в первую неделю лечения.

Во 2-ю группу включены 63 пациента, у которых использовали программу с более длительной и тщательной подготовкой к занятиям на аппарате «Lokomat», состоящую из догоспитального, подготовительного и основного этапов.

На догоспитальном (I) этапе пациентам с повышением мышечного тонуса до трех и более баллов по шкале Ashworth назначали миорелаксанты (баклосан по стандартной схеме, толперизон), курсы массажа ниж-

них конечностей по расслабляющей методике.

Подготовительный (II) этап включал в себя занятия с инструктором ЛФК, направленные на укрепление мышц спины и нижних конечностей, по 30 мин один раз в день, массаж спины и нижних конечностей, занятия на «Balance Trainer» по 20–30 мин один раз в день, миорелаксанты (баклосан по стандартной схеме) назначали при высоком тоне мышц (2 балла и выше по шкале Ashworth) и частых синкинзиях. Продолжительность этапа – одна неделя.

Основной (III) этап представлял собой трехнедельный курс занятий с использованием «Lokomat» (ежедневные сеансы по 15–30 мин, пять раз в неделю). При этом в течение первой недели параметры подбирали с учетом индивидуальных особенностей пациента: размеров ортезов аппарата и креплений, разгрузки веса на аппарате «Lokomat» из первоначального расчета 50–70 % от массы тела, длины, ширины и частоты шагов. Скорость ходьбы изначально устанавливали равной 1,5 км/ч. Во время занятий на второй неделе разгрузка веса тела пациента каждые 2–3 дня уменьшалась на 5 кг, а сила работы аппарата от исходных 100 % снижалась один раз в 2–3 дня на 5–10 %. Перед пациентами ставили следующие задачи: маршевая ходьба, попытки топнуть ногой и ударить ногой по мячу.

В ходе тренировок на третьей неделе уменьшали разгрузку веса тела и силу работы аппарата на 5–10 % каждые 2–3 дня, пока разгрузка массы тела не достигала 15–20 кг, а сила работы аппарата не уменьшалась до 50 %. На данном этапе проводили тренировки с изменением скорости ходьбы, в том числе с использованием дополнительных средств (гантелей, утяжелителей для верхних конечностей весом до 0,5–1 кг).

Критериями для прекращения наращивания нагрузок служили жалобы пациента на общую слабость, одышку, судороги в нижних конечностях, а также температуру тела выше $37,0^{\circ}\text{C}$, лабильность гемодинамиче-

ских показателей (вариации уровней артериального давления на 20 % относительно индивидуальных нормативных значений, увеличение частоты сердечных сокращений свыше 100 уд./мин).

Исходно у всех пациентов отмечали грубые неврологические расстройства в виде двигательного дефицита: в 1-й группе у 61 % пациентов они соответствовали ASIA C, у 39 % – ASIA D; во 2-й группе у 66,7 % и 33,3 % соответственно. У 78,7 % пациентов (96 человек) был повышен тонус в нижних конечностях по пирамидному типу (до 1–2 баллов по шкале Ashworth), у 22,1 % (27 больных) – синдром вегетативной дисфункции в виде артериальной гипотензии, утомляемости, гипергидроза и ангиодистонической цефалгии.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы «Statistica» (Version 10), применяли точный метод Фишера, парный тест Уилксона. Достоверность различий оценивали согласно доверительной вероятности $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

У пациентов 1-й группы после курса тренировок в 40,7 % случаев отмечали ортостатические реакции в виде артериального давления ниже 90/60 мм рт. ст., у 10,2 % пациентов – повышение температуры тела до 37,5–38,0 °C. Следует отметить, что если исходно у всех пациентов было повышение тонуса в мышцах нижних конечностей по пирамидному типу ($2,3 \pm 0,5$ балла по шкале Ashworth), то после нагрузок у 62,7 % из них отмечалось усиление спастичности до $3,1 \pm 0,4$ балла.

После лечения у пациентов 2-й группы ортостатические реакции были в 3,7 раза реже по сравнению с исходными данными и наблюдались соответственно в 11,1 и 40,7 % случаев ($p < 0,05$). Температурные реакции после нагрузок отмечены у 3,2 % человек, что оказалось также в 3,2 раза ниже по сравнению с 10,2 %, полученными у пациентов 1-й группы ($p > 0,05$). У 96,8 % пациентов показатели артериального давления

и температуры оставались в пределах нормы, то есть ортостатические реакции практически отсутствовали. Наряду с этим нарастание пирамидного мышечного тонуса с $2,0 \pm 0,3$ до $3,3 \pm 0,4$ балла по шкале Ashworth наблюдали достоверно реже – у 31,8 % пациентов по сравнению с 78,7 % до начала восстановительного лечения ($p < 0,05$).

Курс восстановительной терапии положительно влияет на динамику неврологической симптоматики, у пациентов 2-й группы показатели позитивной динамики статистически достоверно были более высокими.

Так, в 1-й группе после курса лечения количество пациентов, перешедших из более тяжелой группы типа C по ASIA в менее тяжелую D, составило 6,8 %, при этом число больных без неврологического дефицита (ASIA E) – 1,7 %. Во 2-й группе количество пациентов с неврологическим дефицитом типа D увеличилось на 20,7 % при этом у 6,4 % пациентов после проведения курса неврологический дефицит не отмечали (табл.).

По данным электронейромиографии, активность максимального произвольного напряжения мышц стоп и голеней, как сгибателей, так и экстензоров, после проведенного курса лечения увеличивалась. Увеличение более чем на 15 % у больных 1-й группы с неврологическим дефицитом ASIA C зафиксировали в 13 (36,1 %) случаях, ASIA D – в 15 (65,2 %).

Во 2-й группе соответствующие результаты составили 69,0 % для кате-

гории ASIA C и 85,7 % для ASIA D. Как следует из результатов, более высокая эффективность двухэтапного лечения очевидна для пациентов с наиболее значительным неврологическим дефицитом.

Наряду с увеличением амплитуд интерференционных кривых активности напряжения, уменьшались также отклонения от нормы их частотного состава, проявления урежения и группированности.

К концу курса лечения у пациентов 1-й и 2-й групп сравнивали изменения скоростей проведения по большеберцовым и малоберцовым нервам. Исходно в каждой из групп пациенты значительно различались по этим показателям, что было связано с локализацией травмы спинного мозга, ее давностью и т.д. Регистрировали как значения, превышающие нижнюю границу нормы 40 м/с, так и существенно ниже, поэтому сопоставляли средние показатели изменений скорости проведения возбуждения по данным нервам у каждого из пациентов в процентах по отношению к значениям, зарегистрированным до начала лечения. В среднем скорость проведения возбуждения по ветвям седалищных нервов увеличилась после курса лечения у больных 1-й группы на 5,2 %, 2-й – на 14,3 %.

При исследовании вызванных потенциалов в начале основного этапа лечения у пациентов данного контингента регистрировали вызванные потенциалы сниженной амплитуды

Таблица

Неврологический дефицит у пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы после 4-недельного курса реабилитации, n (%)

Тип неврологического дефицита по ASIA	Группы	Исходно	В динамике	Статистическая достоверность
C	1-я	36 (61,0)	31 (52,5)	0,40
	2-я	42 (66,7)	25 (39,7)	0,002*
D	1-я	23 (39,0)	27 (45,8)	0,14
	2-я	21 (33,3)	34 (54,0)	0,02*
E	1-я	0	1 (1,7)	0,50
	2-я	0	4 (6,4)	0,06

*различия достоверны, $p < 0,05$.

с увеличенными задержками, средние значения задержек существенно превышали таковые для здоровых испытуемых (44,9 мс в 1-й группе; 45,1 мс – во 2-й; норма – 39 мс). Не менее чем в трети случаев наблюдали различия задержек на стимуляцию нервов левой и правой конечностей [3]. Во время четырехнедельного курса лечения значимой динамики времени задержки в 1-й и во 2-й группах не отмечали, при этом наблюдали тенденцию к увеличению амплитуд, нормализации формы вызванных потенциалов, уменьшению длительности основных позитивных компонентов Р39. При контрольном обследовании через 10–12 мес. у пациентов 1-й группы время задержки уменьшилось на 2,0 %, 2-й – на 9,2 %.

Данные электрофизиологического исследования также свидетельствуют о том, что оптимизированная программа лечения оказалась более эффективной в восстановлении утраченных функций спинного мозга. Кроме того, благодаря оптимизации проводимых реабилитационных мероприятий и предварительной подготовке пациентов к нагрузкам уменьшилась частота побочных реакций.

Выводы

1. Трехэтапный подход к организации и проведению мероприятий по реабилитации пациентов с последствиями ПСМТ с четким соблюдением показаний и противопоказаний к назначенному лечению, с предварительной

подготовкой к нагрузкам позволил в 3,7 раза сократить количество ортостатических реакций, в 3,2 раза – температурных и в 1,97 раза – нарастание пирамидного мышечного тонуса в нижних конечностях (по сравнению со стандартным подходом).

2. Курс восстановительной терапии положительно повлиял на динамику неврологической симптоматики, при этом статистически значимо она регрессировала во 2-й группе.

3. Восстановительное лечение привело, по данным электронейромиографии, к увеличению средней скорости проведения по ветвям седалищных нервов в 1-й группе на 5,2 %, во 2-й – на 14,3 %.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Белова А.Н. Нейрореабилитация: Руководство для врачей. М., 2000. [Belova AN. Neurorehabilitation: Guideline for Physicians. Moscow, 2000. In Russian].
2. Даминов В.Д., Кучеренко С.С., Сагильдина Ю.О., Кузнецов А.Н. Роботизированные технологии в реабилитации больных после хирургической реваскуляризации мозга // Вестник восстановительной медицины. 2012. № 2 (48). С. 29–31. [Daminov VD, Kucherenko SS, Sagildina YuO, Kuznetsov AN. Robotic technologies in rehabilitation of patients after surgical revascularization of brain. Journal of Restorative Medicine and Rehabilitation. 2012;(2(48)):29–31. In Russian].
3. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней. М., 2004. [Zenkov LR, Ronkin MA. Functional Diagnosis of Nervous System Diseases. Moscow, 2004. In Russian].
4. Канкулова Е.А., Даминов В.Д., Зимина Е.В., Кузнецов А.Н. Транскраниальная церебральная электростимуляция в сочетании с роботизированной механотерапией // Доктор.Ру. 2010. № 8 (59). С. 48–50. [Kankulova EA, Daminov VD, Zimina EV, Kuznetsov AN. Transcranial cerebral electrical stimulation combined with robotic mechanotherapy. Doctor.Ru. 2010;(8(59)):48–50. In Russian].
5. Карпов Г.В., Горбунов В.И., Карпова И.Д. Динамика вегетативных реакций у больных травматической болезнью спинного мозга в процессе бальнеолечения // Курортология и физиотерапия. Киев, 2007. Вып. 20. С. 23–26. [Karpov GV, Gorbunov VI, Karpova ID. Dynamics of vegetative reactions in patients with traumatic spinal cord disease during balneo-mud therapy. In: Balneology and Physiotherapy. Kiev, 2007;20:23–26. In Russian].
6. Леонтьев М.А. Хирургическая коррекция патологии стопы в комплексе двигательной реабилитации у пациентов с нижней параплегией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новокузнецк, 2003. [Leontiev MA. Surgical correction of foot pathology in the complex of motor rehabilitation in patients with lower paraplegia: Abstract of MD/PhD Thesis. Novokuznetsk, 2003. In Russian].

Адрес для переписки:

Полилова Юлия Владимировна
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский НИИТО,
jp8@ngs.ru

Address correspondence to:

Polilova Yulia Vladimirovna
NNITO, Frunze str., 17,
Novosibirsk, 630091, Russia,
jp8@ngs.ru

Статья поступила в редакцию 27.09.2016

Рецензирование пройдено 02.11.2016

Подписана в печать 07.11.2016

Received 27.09.2016

Review completed 02.11.2016

Passed for printing 07.11.2016

Юлия Владимировна Полилова, невролог, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, jp8@ngs.ru;
Виктор Анатольевич Дробышев, д-р мед. наук, проф. кафедры госпитальной терапии и медицинской реабилитации, Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия, doctorvik@yandex.ru;
Вячеслав Владимирович Ступак, д-р мед. наук, проф., нейрохирург, главный научный сотрудник, заведующий отделением нейрохирургии № 1, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru;

Ю.В. ПОЛИЛОВА И ДР. РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПОЗВОНОЧНОЙ ТРАВМЫ
YU.V. POLILOVA ET AL. ROBOTIC MECHANOTHERAPY IN STAGED REHABILITATION OF PATIENTS WITH CONSEQUENCES OF SPINAL CORD INJURY

Оксана Викторовна Шелякина, канд. мед. наук, руководитель отделения восстановительного лечения, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru;

Сергей Борисович Цветовский, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник нейрохирургического отделения № 1, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru;

Елена Владимировна Чешева, нейрофизиолог, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru;

Екатерина Владимировна Мамонова, канд. эконом. наук, ген. директор, Инновационный медико-технологический центр, Новосибирск, Россия, office_imtz@inbox.ru.

Yulia Vladimirovna Polilova, neurologist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, jp8@ngs.ru;

Viktor Anatolyevich Drobyshev, DMSc, Prof., chair of hospital therapy and medical rehabilitation of the Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia, doctorvik@yandex.ru;

Vyacheslav Vladimirovich Stupak, DMSc, Prof., head of Neurosurgical Department No. 1, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Oksana Viktorovna Sbelyakina, MD, PhD, head of Rehabilitation Treatment Department, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Sergey Borisovich Tsvetovsky, PhD in Biology, leading researcher, Neurosurgery Department No. 1, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Elena Vladimirovna Chesheva, neurophysiologist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Ekaterina Vladimirovna Mamonova, PhD in Economy, director-general, Innovation Medical Technology Center, Novosibirsk, Russia, office_imtz@inbox.ru.