

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ У БОЛЬНЫХ С ТРАВМАТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СПИННОГО МОЗГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОКИНЕЗОТЕРАПИИ И РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛОКОМОТОРНОЙ ТЕРАПИИ

УДК 616-78

<sup>1</sup>Сергеенко Е.Ю., <sup>2</sup>Воловец С.А., <sup>1</sup>Седненкова Т.А., <sup>1</sup>Панова Т.И

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Центр медико-социальной реабилитации инвалидов Департамента социальной защиты населения города Москвы, г. Москва, Россия

## RECOVERY OF MOTOR FUNCTION OF PATIENTS WITH TRAUMATIC SPINAL CORD DISEASE USING HYDROCOLONOTHERAPY AND ROBOTIC LOCOMOTOR THERAPY

<sup>1</sup>Sergeenko E.J., <sup>2</sup>Volovets S.A., <sup>1</sup>Sednenkova T.A., <sup>1</sup>Panova T.I.

<sup>1</sup>«Russian National Research Medical University n.a. N.I. Pirogov» of Russian Ministry of Healthcare, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Center for medical and social rehabilitation of the Moscow Department of Social Protection, Moscow, Russia

### Введение

Физическая реабилитация пациентов с последствиями травм спинного мозга требует непрерывного, последовательного и преемственного реабилитационного воздействия, направленного на выработку и формирование механизмов компенсации, способствующих восстановлению нарушенных функций. Своевременно выполненная нейрохирургическая операция с применением современных технологий с декомпрессией невралных структур и стабилизацией поврежденных позвоночно-двигательных сегментов, является основой успеха дальнейших реабилитационных мероприятий.

При травме в спинном мозге вокруг очага разрушения располагается участок морфологически сохранных, но функционально бездейственных структур, находящихся в состоянии глубокой застойной депрессии функций. Расположенные здесь нейроны рефрактерны к импульсам возбуждения, ставшим подпороговыми для клетки, в результате чего зона выпадения значительно превосходит область истинного повреждения. Преодолению указанных сложностей пластического построения ткани взамен разрушенной в значительной степени могут способствовать физические лечебные факторы и средства ЛФК, поскольку медицинская реабилитация должна быть рассмотрена как комплексный процесс, целью которого является сведение к минимуму функциональных последствий и негативных влияний заболевания на жизнь больного и ухаживающих за ним лиц; увеличение степени самостоятельности больного [2, 5].

В последние годы в нейрореабилитации наблюдается тенденция к активному использованию роботизированных реабилитационных комплексов в восстановлении пациентов с нарушением двигательной активности нижних конечностей, что наиболее акту-

ально для пациентов с травматической болезнью спинного мозга (ТБСМ) с поражением грудного и поясничного отдела. В настоящее время в литературе приведены результаты исследований, подтверждающие эффективность и безопасность роботизированной механотерапии в сфере двигательной реабилитации пациентов с последствиями травм спинного мозга в ранний и промежуточный периоды [1, 4, 6, 7]. Использование таких роботизированных систем, как «Эриго» и «Локомат», позволяет безопасно вертикализировать и адаптировать пациентов к возрастающим физическим нагрузкам, способствует активизации пациентов даже с выраженными двигательными нарушениями, увеличивает мышечную силу, инициирует процесс формирования и восстановления физиологического паттерна ходьбы [3], способствует восстановлению мобильности, сокращает сроки реабилитации, а также минимизирует физическую нагрузку на инструкторов-методистов ЛФК в работе со спинальными больными.

Тем не менее, разработка новых эффективных комплексных технологий восстановительного лечения больных с травматической болезнью спинного мозга в восстановительном и позднем периодах – давность травмы 3 и более месяцев, в настоящее время остается важной медико-социальной проблемой.

В восстановительном лечении больных с травмой спинного мозга, где требуется длительное многократное повторение однотипных движений, гидрокинезотерапия необходима в качестве обязательной составляющей, тем более, что тренировочный процесс обеспечивает возможность механического растяжения мягких тканей в облегченных условиях, в том числе при исключении осевой нагрузки. Гидрокинезотерапия в теплой воде способствует профилактике и разработке суставных контрактур, активизирует проприоцептивную чув-

ствительность, в ряде случаев определяет снижение спастичности. Улучшение местной и общей гемодинамики и трофики тканей, увеличение мышечной силы делают гидрокинезотерапию незаменимым методом восстановления функций у пациентов с ТБСМ. Включение в реабилитацию занятий в воде положительно влияет и на психику пациента: возможность выполнения движения даже при 20% нормального уровня силы воодушевляет больного надеждой на улучшение, способствует его более активному вовлечению в реабилитационный процесс.

Проведение гидрокинезотерапии в комплексе реабилитации в ранний и промежуточный периоды травмы спинного мозга затруднена по объективным причинам: тяжелое состояние пациентов, нестабильность гемодинамики, наличие послеоперационных ран. В более поздние сроки – 3 и более месяцев после травмы, гемодинамика стабилизируется, регенерируют кожные покровы, нормализуется общее состояние пациента, что позволяет включить в комплекс реабилитации гидрокинезотерапию.

Таким образом, учитывая особенности роботизированных технологий и гидрокинезотерапии, нами предпринята попытка создания комплексной реабилитационной модели для больных с травматической болезнью спинного мозга на основе этих технологий с целью наиболее раннего восстановления мобильности и паттерна ходьбы. Оценка эффективности применения данной технологии явилась целью данной работы.

#### Материалы и методы

Под наблюдением находилось 28 пациентов (мужчин – 57 %, женщин – 43%) с травматической болезнью спинного мозга грудного и поясничного отдела (средние сроки после травмы  $5 \pm 1$  мес.) с синдромом неполного нарушения проводимости. Возрастной диапазон составил от 19 до 45 лет, средний возраст –  $32 \pm 1,8$  года.

Всем пациентам была проведена операция по декомпрессии спинного мозга и стабилизации позвоночника. Курс комплексного реабилитационного лечения составлял 3,5 недели при пятидневной рабочей неделе (15 тренировочных дней).

В соответствии с целью работы методом рандомизации были сформированы основная и контрольная группы. В обеих группах реабилитационный комплекс включал: ежедневные занятия лечебной гимнастикой в течение 60 минут (15 процедур); занятия на роботизированном комплексе «Эриго» (3 процедуры); занятия на роботизированной системе «Локомат» (12 процедур); физиотерапию, медикаментозное лечение. В основной группе дополнительно проводилась гидрокинезотерапия в бассейне по 45 минут (15 процедур), а в контрольной группе с целью сохранения общего количества времени физической активности относительно основной группы – дополнительные занятия лечебной гимнастикой по 45 минут (15 процедур).

Критерии отбора: пациенты, перенесшие позвоночно-спинномозговую травму в области грудного и поясничного отделов с двигательными расстройствами, представленными нижним парапарезом, при сроке давности травмы 3 и более месяцев.

Критериями исключения являлись: тяжелое общее состояние пациента; выраженные сопутствующие когнитивно-речевые нарушения; заболевания вен нижних конечностей (тромбозы); разница в длине ног более 2 см.; наличие нестабильных переломов; мышечно-суставные контрактуры; наличие эндопротезов и нестабильных металлоконструкций, повреждения кожных

покровов, судорожный синдром в анамнезе, выраженный остеопороз, вес пациента свыше 135 кг.

Оценка показателей физического состояния пациентов проводилась до начала восстановительного курса и в конце курса реабилитации, результаты заносились в разработанную формализованную историю болезни.

Оценка силы мышечных групп оценивалась при помощи шестибальной шкалы (Белова А.Н. 2004; McPeak L., 1996; Вейсс А., 1986), что позволило судить о степени выраженности пареза. Мобильность пациента и необходимость использования вспомогательных средств передвижения оценивалась с применением индекса ходьбы Хаузера (Белова А.Н., 2010; Hauser S., 1983). Статистический анализ проводился с помощью программы Excel методом Стьюдента. Различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0.05$ .

У всех пациентов тренировки начинались на роботизированном комплексе «Эриго», со скоростью не более 30–40 шагов/минуту, в пассивном режиме, с 30 минут на сеанс. В дальнейшем скорость увеличивалась до 40–50 шагов/минуту, время тренировок доводилось до 45 минут, снижалась поддержка работа на 40–60%. Через три занятия на комплексе «Эриго», локомоторная тренировка пациента продолжалась на роботизированном комплексе «Локомат» при условии стабильной гемодинамики.

Тренировки на роботизированной системе «Локомат» проводились в течение 2,5 недель. Количество тренировок – 12 процедур. В среднем время занятия составило 45 минут без учета времени, затраченного на подготовку пациента. Вес пациента разгружался от 30% до 60% в зависимости от двигательных возможностей пациента. Проходимое пациентом расстояние и скорость ходьбы регулировались индивидуально согласно физическим возможностям пациента, при этом средняя скорость ходьбы составила 1,8 км/час; дистанция, проходимая за одну тренировку в среднем составила 2000 метров.

Занятия гидрокинезотерапией проводились в бассейне с пресной водой ( $10 \times 5$  м<sup>2</sup>), оснащенный потолочной подъемной системой, охватывающей не только площадь бассейна, но и зону раздевалок и душевых, что позволило безопасно доставлять маломобильных пациентов непосредственно в зону бассейна для проведения процедур. Наличие потолочной подъемной системы в зоне дорожки с противотоком позволило обеспечить безопасность и при необходимости частичную разгрузку веса пациента во время занятий обучения ходьбе. Условно бассейн разделен на 4 рабочих зоны: зона большой глубины (глубина 2 метра, длина 4 метра, ширина 4 метра), зона малой глубины (глубина 1,4 метра, длина 4 метра, ширина 4 метра), зона ходьбы (глубина 80 см, длина 10 м, ширина 1 м), тренажерная зона. По периметру всего бассейна вмонтированы поручни, служащие для безопасного проведения занятий. Зона ходьбы представлена дорожкой с противотоком, оборудованной параллельными брусками и подвесной потолочной системой. Тренажерная зона включает в себя гребной аква тренажер и водный велотренажер.

Температура воды бассейна составляла 36°C. Данная температура позволяет акцентировать внимание на упражнениях локального типа, уменьшить количество динамических упражнений общего типа, направленных на предотвращение переохлаждения, кроме того в теплой воде более выражен обезболивающий эффект водной среды. Первые занятия проводились в зонах бассейна с

малой и большой глубиной под контролем инструктора (5 занятий) по 45 минут, далее в зоне с малой глубиной и тренажерной зоне (5 тренировок) в течение 45 минут, заканчивался курс в зоне ходьбы (5 тренировок) по 45 минут. Процедуры проводились 5 дней ежедневно, затем 2 дня отдыха, в целом курс составил 15 процедур.

**Результаты**

Эффективность реабилитации оценивали по уменьшению тяжести пареза – изменению силы мышц и объема активных движений, восстановлению двигательных навыков – изменению мобильности и потребности во вспомогательных средствах передвижения и возможности нахождения пациентов в вертикальном положении. Контролем служили больные с идентичным характером и давностью повреждения, получавшие комплексное восстановительное лечение, но без применения гидрокинезотерапии.

У всех пациентов в группах на фоне реабилитационных процедур отмечалась положительная динамика в неврологическом статусе в виде улучшения чувствительности (94%), появления спонтанных активных движений в нижних конечностях к середине госпитализа-

ции, которые не регистрировались до начала реабилитационных мероприятий. У 36% пациентов к середине курса реабилитации появились позывы на мочеиспускание на фоне исходных выраженных нарушений (по типу задержки или недержания).

Оценка эффективности физической реабилитации проводилась на основе сравнительного анализа изменения мышечной силы нижних конечностей (табл. 1).

У больных основной группы отмечено достоверно значимое ( $p < 0,05$ ) снижение степени пареза с увеличением мышечной силы на 1–1,1 балла в дистальных отделах нижних конечностей и на 1,2–1,3 балла в проксимальных отделах. В подгруппе контроля данные показатели составили 0,7–0,9 и 0,7–0,8 баллов соответственно.

В основной группе после курса реабилитации 6 человек (ранг 5) обрели возможность передвигаться с помощью двухсторонней опоры и 2 пациента с односторонней опорой (ранг 4). В группе контроля 4 человека с 2-х сторонней опорой (ранг 5), с односторонней опорой – 1 пациент (табл. 2).

Оценка возможности пациентов находиться в вертикальном положении с использованием вспомога-

**Таблица 1.** Клинические характеристики больных основной и контрольной групп (Me [LQ;UQ]).

Группы	Мышечная сила (в баллах)							
	Дистальные отделы правой ноги		Дистальные отделы левой ноги		Проксимальные отделы правой ноги		Проксимальные отделы левой ноги	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Основная группа	3,2±0,3	4,2±0,1*	3,0±0,3	4,1±0,4*	3,2±0,1	4,4±0,4*	3,3±0,1	4,6±0,3*
Группа сравнения	3,0±0,4	3,7±0,5*	3,3±0,5	4,2±0,2*	3,4±0,3	4,1±0,4*	3,5±0,4	4,3±0,2*

\*  $p < 0,05$

**Таблица 2.** Изменения мобильности и потребности во вспомогательных средствах передвижения до и после реабилитационного курса

№ группы	Оценка мобильности и потребности во вспомогательных средствах передвижения (градации)			
	До курса		После курса	
	градация	%	градация	%
Основная группа	4	6,6	4	26,7
	5	13,3	5	40
	6	13,3	6	26,7
	7	40	7	6,6
	8	26,7		
Контрольная группа	5	15,4	4	7,7
	6	46	5	30,8
	7	30,8	6	46
	8	7,7	7	15,4

**Таблица 3.** Оценка возможности нахождения пациентов в вертикальном положении с использованием вспомогательных средств передвижения до и после курса в основной и контрольной группах

№ группы	Не могли стоять		< 15 мин.		> 30 мин.		> 30 мин. + несколько шагов		Могли ходить	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
3,0±0,3	4,1±0,4*	3,2±0,1	4,4±0,4*	3,3±0,1	4,6±0,3*	3,0±0,3	4,1±0,4*	3,2±0,1	4,4±0,4*	3,3±0,1
3,3±0,5	4,2±0,2*	3,4±0,3	4,1±0,4*	3,5±0,4	4,3±0,2*	3,3±0,5	4,2±0,2*	3,4±0,3	4,1±0,4*	3,5±0,4

ных средств передвижения проводилась у шведской стенки при помощи колесопора и двух специалистов ЛФК. Результаты представлены в таблице 3.

Пациенты основной группы улучшили свои результаты по следующим показателям: до лечения 3 пациента не могли находиться в вертикальном положении, после проведенного курса реабилитации все пациенты удерживали равновесие в вертикальном положении. Аналогичные показатели были достигнуты в группе сравнения и касались 2-х пациентов с той же исходной проблемой.

До начала реабилитации в основной группе к самостоятельной ходьбе был способен 1 пациент, после реабилитации – 8. В группе сравнения 1 и 5 соответственно.

После окончания одного курса комплексной реабилитации у пациентов основной группы значительное улучшение наблюдалось у 9 (60%) пациентов, улучшение – у 6 (40%), ухудшения состояния не было отме-

чено. У пациентов группы сравнения аналогичные значения составили 40% и 60% соответственно.

#### Заключение

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что применение гидрокинезотерапии в бассейне в комплексе с лечебной гимнастикой и тренировками на роботизированных системах является клинически эффективным и обоснованным в реабилитации больных с травматической болезнью спинного мозга в восстановительном периоде. Полученные результаты в обеих группах характеризуются существенными изменениями показателей мышечной силы, улучшением равновесия и локомоторных возможностей нижних конечностей.

Полученные результаты дают веские основания для более активного внедрения в комплексы реабилитации пациентов с травматической болезнью спинного мозга сочетанного использования роботизированной механотерапии и гидрокинезотерапии в бассейне.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Даминов В.Д., Зимина Е.В., Уварова О.А., Кузнецов А.Н. Роботизированная реконструкция ходьбы у больных в промежуточном периоде позвоночно-спинномозговой травмы // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – №3. – С. 62–64.
2. Иванова Г.Е. Организация реабилитационного процесса // Здоровоохранение Чувашии. – 2013. – №1. – С. 34–35.
3. Кузнецов А.Н., Даминов В.Д., Рыбалко Н.В., Канкулова Е.А. Роботизированная локомоторная терапия в реабилитации пациентов с поражением нервной системы – от научных теорий в клиническую практику // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – №2. – С. 36–38.
4. Юдин В.Е., Аннушкин А.Д., Дыбов М.Д., Стариков С.М., Русакевич А.П., Карасева А.В. Роботизированная механотерапия и биоакустическая коррекция в медицинской реабилитации больных с двигательным дефицитом на госпитальном этапе // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – №6. – С. 20–23.
5. Карепов Г.В. ЛФК и физиотерапия в системе реабилитации больных травматической болезнью спинного мозга // К: Здоровье, 1991. – С. 45–78.
6. Кочетков А.В., Пряников И.В., Костив И.М. и др. Метод восстановления утраченной или нарушенной функции ходьбы с использованием роботизированной системы «Локомат» у больных травматической болезнью спинного мозга // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – №1. – С. 82–85.
7. Зимина Е. В., Смоленский А.В. Роботизированная механотерапия в ранней реабилитации больных с травмой спинного мозга // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 8. – С. 41–44.

#### REFERENCES:

1. Daminov V.D., Zimina E.V., Uvarova O.A., Kuznetsov A.N. [Robotic reconstruction of patients' gait in the interim period of spinal cord injury] // Vestnik Vosstanovitel'noy Meditsiny (VVM) Journal. – 2009. – №3. – p. 62–64.
2. Ivanova G.E. [Organization of the rehabilitation process] // Zdravookhranenie Chuvashii. – 2013. – №1. – p. 34–35.
3. Kuznetsov A.N., Daminov V.D., Rybalko N.V., Kankulova E.A. [Robotic locomotor therapy in the rehabilitation of patients with nervous system lesions – from scientific theories to clinical practice] // Vestnik Vosstanovitel'noy Meditsiny (VVM) Journal. – 2011. – №2. – p. 36–38.
4. Yudin V.E., Annushkin A.D., Dybov M.D., Starikov S.M., Rusakevich A.P., Karaseva A.V. [Robotic mechanotherapy and bioacoustic correction in medical rehabilitation of patients with motor deficit during hospital stay.] // Vestnik Vosstanovitel'noy Meditsiny (VVM) Journal. – 2011. – №6. – p. 20–23.
5. Karepov G.V. [Therapeutic exercise and physiotherapy in rehabilitation system of patients with traumatic spinal cord disease] // K: Zdorov'e, 1991. – p. 45–78.
6. Kochetkov A.V., Pryanikov I.V., Kostiv I.M. and others. [A method of restoring lost or impaired function of ambulation using a robotic system «Lokomat» in patients with traumatic spinal cord disease] // Vestnik Vosstanovitel'noy Meditsiny (VVM) Journal. – 2009. – №1. – p. 82–85.
7. Zimina E.V., Smolenskiy A.V. [Robotic mechanotherapy in early rehabilitation of patients with spinal cord injury] // Therapeutic exercise and sport medicine. – 2010. – № 8. – p. 41–44.

#### РЕЗЮМЕ

Целью исследования явилась разработка технологии комплексной реабилитации больных с травматической болезнью спинного мозга с синдромом неполного нарушения проводимости на основе сочетанного применения гидрокинезотерапии в бассейне и тренировок на современных роботизированных комплексах «Эриго» и «Локомат». Проведена оценка мышечной силы, изменения степени мобильности. Доказана высокая эффективность применения гидрокинезотерапии в бассейне в сочетании с роботизированной локомоторной тренировкой в реабилитации пациентов с ТБСМ.

**Ключевые слова:** реабилитация, травматическая болезнь спинного мозга, гидрокинезотерапия, вертикализатор «Эриго», роботизированный комплекс «Локомат».

#### ABSTRACT

the aim of research was the development of technologies of complex rehabilitation of patients with traumatic disease of spinal cord syndrome of partial breach of conductivity on the basis of a simultaneous application hydrokinesitherapy in the pool and trainings on modern robotic complexes «ErigoPro» and «Lokomat». Assess the degree of spasticity, muscle strength, changes in the degree of mobility. Proved the high efficiency of hydrokinesitherapy in the pool coupled with the robotic locomotor training in rehabilitation of patients with traumatic disease of spinal cord.

**Keywords:** rehabilitation, traumatic disease of the spinal cord, hydrokinesitherapy, robotic systems, ErigoPro, Lokomat.

#### Контакты:

Сергеенко Е.Ю. E-mail: elenarsmu@mail.ru