



# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

## РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ТРАВМ СПИННОГО МОЗГА

УДК 616-78

**Даминов В. Д.** – главный реабилитолог Федерального государственного учреждения «Национальный медико-хирургический центр имени Н. И. Пирогова» Минздравсоцразвития России», к.м.н., доцент кафедры неврологии с курсом нейрохирургии ИУВ НМХЦ им. Н. И. Пирогова

**Зимина Е. В.** – кинезотерапевт отделения восстановительного лечения НМХЦ им. Н. И. Пирогова

**Кузнецов А. Н.** – д.м.н., профессор, первый заместитель Генерального директора НМХЦ им. Н. И. Пирогова, заведующий кафедрой неврологии с курсом нейрохирургии ИУВ НМХЦ им. Н. И. Пирогова, главный невролог Центра

### Аннотация

Проведена оценка эффективности и безопасности метода роботизированной механотерапии на аппаратном комплексе EriGo у спортсменов с синдромом полного и неполного нарушения проводимости спинного мозга, развившегося в результате позвоночно-спинномозговой травмы. Определено влияние вертикализации, синхронизированной с роботизированной реконструкцией ходьбы на степень восстановления двигательных функций, а также на показатели центральной и церебральной гемодинамики.

### Введение

В последнее время в России отмечается бурное развитие различных видов спорта, в том числе и экстремальных. Увеличение спортивного травматизма, несмотря на современное оборудование и применяемые техники безопасности, остается проблемой для специалистов в области спорта и спортивной медицины [4]. Восстановление после позвоночно-спинномозговых травм, иногда осложненных гематомиелией, стоит особенно остро. Реабилитация спинальных больных требует длительного и систематического физического воздействия, направленного на выработку и формирование механизмов компенсации, способствующих восстановлению нарушенных видов жизнедеятельности [2, 3]. Приоритетным направлением физической реабилитации является не возвращение к спортивной деятельности, а социально-бытовая самостоятельность таких пациентов, возможно, с дальнейшим участием в паралимпийских играх [4]. Благодаря достижениям клинической медицины, в последние годы значительно увеличилась продолжительность жизни спинальных больных. С внедрением в клиническую практику роботизированных реабилитационных комплексов оптимизируется задача быстрого эффективного восстановления двигательных функций, а при невозможности их восстановления – проведение полноценной тренировки для поддержания жизненно важных функций организма [2, 4–11].

Применение системы EriGo является качественно новым этапом в современной реабилитации пациентов, перенесших позвоночно-спинномозговую травму. Система EriGo представляет собой стол-вертикализатор со встроенной роботизированной системой ходьбы. Во время занятия на EriGo движения нижних конечностей соответствуют физиологическому трехсуставному сгибанию. Система оснащена компьютерным блоком, благодаря которому корректируются все параметры тренировки: скорость, режим симметрии и асимметрии, процент участия пациента в тренировке. При асимметричном режиме определен уровень движений можно регулировать отдельно для каждой ноги. Данные тренинга сохраняются в цифровом и графическом вариантах, что позволяет проследить динамику показателей у каждого пациента. Данная методика является практически безальтернативной для реабилитации больных с тяжелой травмой спинного мозга, однако подходы к ее применению остаются недостаточно изученными [1].

Целью настоящего исследования явилась разработка методики физической реабилитации на роботизированном комплексе EriGo и проведение медико-биологической оценки ее эффективности у спортсменов с травматической болезнью спинного мозга в промежуточном периоде.

### Материалы и методы

В исследовании приняли участие 12 спортсменов (мужчин – 8, женщин – 4) в промежуточном периоде позвоночно-спинномозговой травмы (давность травмы 2,3+0,4 мес.) различной специализации (таблица 1).

Таблица 1. Спортивная специализация пациентов.

Вид спорта	мужчины	женщины
Бокс	1	-
Спортивная гимнастика	1	1
Велосипедный спорт	1	-
Горнолыжный спорт	1	1
Сноуборд	1	-
Скалолазный спорт	1	1
Мотоспорт	1	-
Хоккей	1	-
Фигурное катание	-	1

Локализация повреждения – шейной уровень (С5–С8) с синдромом полного и неполного нарушения проводимости. Средний возраст составил 21,3+2,6 лет. Всем больным была проведена операция по декомпрессии спинного мозга и стабилизации позвоночника.

Клинико-инструментальное обследование проводилось всем пациентам в начале реабилитационного курса и по его окончании. Мы проводили оценку неврологического дефицита при помощи 5-ранговой шкалы Американской ассоциации спинальной травмы (ASIA), оценку мышечной силы по Шестибалльной шкале, оценку мышечного тонуса по шкале спастичности Ашфорта, оценку мобильности и возможности нахождения в вертикальном положении, используя индекс ходьбы Хаузера.

Исследования центральной гемодинамики проводили с использованием импедансной кардиографии на аппарате Cardioscreen 1000 (Niccorno PC, USA). Церебральную гемодинамику оценивали с помощью ультразвуковой доплерографии средней мозговой артерии головного мозга в режиме мониторинга на аппарате Viasys (Nicolet, USA). Для исключения патологии артерио-венозной системы проводилось дуплексное сканирование вен нижних конечностей на аппарате VIVID 7 (General Electric USA).

Результаты заносились в разработанную нами формализованную историю болезни. Статистический анализ проводили с использованием программы Statistica 11.0.

В зависимости от содержания программы реабилитации пациенты были разделены на две статистически однородные группы: группа I (n=6) и группа II (n=6). В группе I было три пациента с синдромом неполного нарушения проводимости и три – с синдромом полного нарушения проводимости. Группа II аналогично состояла из 3 человек с синдромом неполного нарушения проводимости и 3-х – с синдромом полного нарушения проводимости.

Всем пациентам группы I проводилось комплексное восстановительное лечение, состоящее из медикаментозной терапии, лечебной физкультуры, массажа, функциональной электростимуляции с включением в него тренировочных занятий на роботизированной системе Erigo. Тренировочная процедура у больных основной группы проводилась ежедневно по 30 минут в течение 20 дней. Пошаговый перевод пациента в вертикальное положение происходил в течение 4–9 занятий. Первые тренировки начинались в горизонтальном положении или с минимальным углом подъема – 10–15 градусов, скорость не более 20–25 шагов/минуту, в пассивном режиме, при абсолютной поддержке робота. По мере адаптации пациента к нагрузке мы увеличили угол подъема до 80 градусов, скорость до 40–60 шагов/минуту, снизили поддержку робота на 20–50 %, время тренировки также составляло 30 минут за сеанс.

Противопоказаниями для тренировок являлись: нестабильность гемодинамики, пролежни в местах соприкосновения с креплениями, тяжелые контрактуры тазобедренных, коленных и голеностопных суставов, тромбоз нижних конечностей. Пациенты группы II также получали стандартизированную реабилитацию, но вместо роботизированной механотерапии пациенты получали занятия на классическом поворотном столе и являлись группой контроля.

### Результаты исследования

В результате проведенного лечения у больных с неполным нарушением проводимости под воздействием роботизированной механотерапии на системе Erigo отмечено ( $p < 0,05$ ) снижение степени пареза по Шестибалльной шкале на 1,7 балла в проксимальных и на 1,4 балла в дистальных отделах нижних конечностей. В контрольной группе эти показатели составили 0,6 и 0,3 баллов соответственно. У больных с полным нарушением проводимости способности к произвольным движениям не выявлено.

Снижение мышечного тонуса по шкале спастичности Ашфорта отмечено в основной группе на 0,8–1,2 балла в дистальных отделах нижних конечностей и на 0,8–1,0 балла в проксимальных. В контрольной группе тонус уменьшился менее значимо: в дистальных отделах на 0,4–0,7 баллов, в проксимальных – на 0,2–0,7 баллов.

Выявлены изменения мобильности и потребности пациентов во вспомогательных средствах передвижения по индексу ходьбы Хаузера. До лечения 4 из 6 больных основной группы не могли находиться в вертикальном положении. После проведенного курса реабилитации все 6 спортсменов были вертикализированы. Один пациент с неполным нарушением проводимости мог пройти более 8 метров с односторонней опорой и шагать на ступеньку, 1 больной мог пройти более 8 метров с двухсторонней опорой и 1 спортсмен проходил несколько шагов при поддержке двух помощников. Все три пациента с полным нарушением проводимости могли самостоятельно передвигаться в кресле-

каталке и стоять в колено-упоре более 30 минут при односторонней поддержке.

Группа контроля до реабилитации имела 3-х не вертикализированных больных, после курса отмечена значимая положительная динамика у больных с неполным нарушением проводимости: 1 больной мог пройти менее 8 метров с двусторонней опорой, и 1 спортсмен несколько шагов при поддержке двух помощников, и 2 человека могли стоять менее 15 минут при двусторонней поддержке. Два пациента с полным нарушением проводимости могли стоять в колено-упоре более 30 минут при поддержке двух помощников и страховочных ремней и не могли самостоятельно передвигаться в кресле-каталке.

Во время проведения тренировки на роботизированной системе Erigo ни у одного из пациентов основной группы не отмечалось выраженных и стойких изменений показателей (систолическое и диастолическое артериальное давление, ударный объем) центральной гемодинамики. У 2 пациентов артериальное давление в конце тренировки оставалось выше или ниже исходных величин на 10–15% с последующей быстрой (30–40 минут) нормализацией. Ни у одного из пациентов при вертикализации не было зафиксировано ортостатических реакций. Можно предположить, что это связано с интенсивными движениями нижних конечностей, препятствующих депонированию в них венозной крови.

При изучении показателей церебральной гемодинамики во время сеанса роботизированной механотерапии не было зафиксировано гемодинамически значимых изменений. При применении роботизированной системы Erigo показатели линейной скорости кровотока и периферического сосудистого сопротивления оставались в пределах нормальных референтных значений у пациентов основной группы, что указывает на безопасность исследуемого метода.

### Заключение

Таким образом, роботизированная механотерапия на системе Erigo зарекомендовала себя как качественно новый этап в современной реабилитации спортсменов с позвоночно-спинномозговой травмой. Применение данной высокотехнологичной роботизированной методики кинезотерапии в комплексе реабилитационных мероприятий позволило значительно уменьшить степень неврологического дефицита у больных с неполным нарушением проводимости. У больных с полным перерывом спинного мозга использование данной методики позволило уменьшить сроки мобилизации (адаптацию к вертикальному положению и проведение в нем тренировок, минуя ортостатическую гипотензию) и улучшить психоэмоциональное состояние. Возможность нахождения в вертикальном положении жизненно необходима спинальным больным. Быстрое его освоение для пациентов с неполным перерывом спинного мозга – это хороший реабилитационный старт и возможность проведения тренировок на «Локомате», а с полным перерывом – освоение ходьбы с помощью параподиума и, как итог, улучшения качества жизни пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой. Все это дает веские основания для более активного использования роботизированного комплекса Erigo в реабилитации пациентов с последствиями травмы спинного мозга и дальнейшего изучения эффективности данного метода.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Даминов В. Д., Зимица Е. В., Уварова О. А., Кузнецов А. Н. Роботизированная реконструкция ходьбы у больных в промежуточном периоде позвоночно-спинномозговой травмы // Вестник восстановительной медицины. 2009; 5: 62–64.
2. Кочетков А. В., Пряников И. В., Костив И. М. и др. Метод восстановления утраченной или нарушенной функции ходьбы с использованием роботизированной системы «Lokomat» (НОСОМА, Швейцария) у больных травматической болезнью спинного мозга // Вестник восстановительной медицины. 2009; 1: 82–86.
3. Реабилитация неврологических больных / А. С. Кадыков, Л. А. Черникова, Н. В. Шахпаронова. – М.: МЕДпресс-информ, 2008. – 560 с.:ил.
4. Спортивные травмы. Клиническая практика предупреждения и лечения / Под общ. ред. Ренстрёма П.А.Ф.Х. Киев, «Олимпийская литература», 2003.
5. Nash M. S., Jacobs P. L., Johnson B. M., Field - Fote' E. Metabolic and cardiac responses to robotic-assisted locomotion in motor-complete tetraplegia: a case report. J Spinal Cord Med. 2004; 27(1):78-82.



 **Nocoma**

## Erigo®

Erigo — инновационный стол-вертикализатор с интегрированным роботизированным ортопедическим устройством для ранней активизации длительно иммобилизованных пациентов.

Erigo позволяет проводить процесс вертикализации с мобилизацией прикованных к постели пациентов с неврологическими нарушениями для ускорения процесса восстановления и снижения риска вторичных осложнений. Erigo используется для стабилизации показателей сердечно-сосудистой системы, нормализации дыхательной функции, исключения развития контрактур, атрофии мышц и других осложнений гиподинамии.

Erigo отличается простотой и эффективностью использования благодаря русифицированному интерфейсу, сенсорному экрану и возможности сохранения данных, полученных в ходе тренировок.

Поставки медицинского оборудования • комплексное проектирование

**Закажите каталог бесплатно на сайте [www.beka.ru](http://www.beka.ru)**

Москва, Зеленоград, Сосновая аллея, д. 6а, стр. 1 • тел.: (495) 742-4430; 666-3323 • факс (495) 742-4435

[info@beka.ru](mailto:info@beka.ru) • [www.beka.ru](http://www.beka.ru)

  
**бека**  
реабилитация ■ уход ■ спа

6. Colombo G.; Schreier R.; Mayr A.; Plewa H.; Rupp, R. Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005. 9th International Conference on Volume, Issue, 28 June-1 July 2005 Page(s): 227-230.

7. Hidler J. M., Wall A. E. Alterations in muscle activation patterns during robotic-assisted walking. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2005 Feb; 20(2):184-93.

8. Hornby T. G., Zemon D. H., Campbell D. Robotic-assisted, body-weight-supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury. Physical Therapy 2005; 85(1):52-66.

9. Kruse D., Lemmen B. Spine injuries in the sport of gymnastics. Curr Sports Med Rep. 2009, vol.8, №1, pp.20-28.

10. Lam T., Anderschitz M., Dietz V. Contribution of Feedback and Feedforward Strategies to Locomotor Adaptations. J Neurophysiol 95; 766-773, 2006.

11. Winchester P., McColl R., Querry R., Foreman N., Mosby J., Tansey K., Williamson J. Changes in supraspinal activation patterns following robotic locomotor therapy in motor-incomplete spinal cord injury. Neurorehabil Neural Repair 2005; 19: 313-24.

**Резюме.** В статье представлено клиническое и кинезиологическое обследование 12 пациентов (67% мужчин и 33% женщин) в промежуточном периоде спинномозговой травмы с синдромом неполного нарушения проводимости. Выборка разбита на две группы: 1-я группа включает 6 пациентов, которым проводился стандартный реабилитационный курс и занятия на «Эриго», 2-я группа контроля (6 пациентов) получала аналогичную реабилитационную терапию и занятия на классическом поворотном столе. Для оценки неврологического статуса мы использовали шкалу Американской ассоциации спинальной травмы в 1-й и 20-й дни терапии. На фоне проведенного лечения отмечалось значительное нарастание мышечной силы и улучшение кинезиологических параметров у пациентов 1-й группы. Было установлено что эффективность локомоторной тренировки на аппаратном комплексе Erigo превышает эффект традиционной кинезиотерапии.

**Ключевые слова:** позвоночно-спинномозговая травма, реабилитация после спортивных травм, роботизированная механотерапия.

**Abstract.** The paper presents a clinical and kinesiological examination of 12 patients after sport cord (67% male and 33% female) in intermediate period of spinal cord trauma in motor-incomplete spinal cord injury. The cohort of patients was divided into two groups: the 1st one including 6 patients had standard rehabilitation program and trained with the help of ERIGO, the 2d – control group (6 patients) had only rehabilitation program trained with the help of classic tilt-table. To estimate neurological status we used American Spinal cord Injury Association scale on the 1st and 20th day of rehabilitation. After the rehabilitation course muscles force significantly increased and kinesiological parameters improved with the 1st group patients. It was found that effectiveness of locomotor training with the help of Erigo surpassed the effects of traditional kinesiotherapy.

**Keywords:** a vertebral spinal trauma, rehabilitation after the sports traumas, the robotized mechanical therapy.

**Даминов Вадим Дамирович** – e-mail – [daminov07@mail.ru](mailto:daminov07@mail.ru)  
**Зими́на Екатерина Викторовна** – e-mail – [daminov07@mail.ru](mailto:daminov07@mail.ru)