

УДК 796.011.3

DOI 10.25688/2076-9091.2020.39.3.7

Д. А. Ераскин,  
А. Н. Налобина

## Перспективы совершенствования реабилитационной помощи больным с травматической болезнью спинного мозга на основе анализа зарубежных восстановительных стратегий

В связи с интеграцией отечественной реабилитации в мировую практику возникает потребность совершенствования реабилитационной помощи, приведение ее в соответствие с международными моделями. В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом зарубежных стратегий реабилитационной помощи больным с повреждением спинного мозга, в результате чего обоснованными считаются систематические локомоторные тренировки с использованием таких технологий, как: тренировка дыхательных мышц (*respiratory muscle training*), физические упражнения в сочетании с FES-терапией и велотренажерами.

*Ключевые слова:* повреждения спинного мозга; тренировка дыхательных мышц; физическая реабилитация; травма.

### Введение

**П**овреждение спинного мозга (*spinal cord injury (SCI)*) — это совокупность обратимых или необратимых изменений, возникающих после сильного воздействия на вещество спинного мозга или сосудов, оболочек и корешков, что сопровождается реологическими и ликвородинамическими расстройствами и приводит к частичному или полному нарушению проводимости по спинному мозгу и (или) его восходящим и нисходящим путям. В результате повреждения функции, выполняемые спинным мозгом, прерываются на дистальном уровне травмы. SCI вызывает серьезную инвалидность среди пациентов [1]. Каждый год около 40 миллионов человек во всем мире страдают от данной патологии. Большинство из них — молодые люди, обычно в возрасте от 20 до 35 лет, 1 % от этой статистики составляют дети [2]. У детей раннего возраста автомобильные аварии являются наиболее распространенным механизмом получения травм. Спортивные травмы являются причиной наибольшего числа повреждений спинного мозга у школьников и подростков. Среди других видов спорта наиболее травматичным является

футбол [3]. От 60 до 80 процентов травм позвоночника у детей происходит в шейном отделе. Оставшиеся 20–40 процентов равномерно распределены между грудной и поясничной областями. Мальчики чаще страдают от травм позвоночника, чем девочки [4]. Наиболее распространенными причинами повреждений спинного мозга в мире являются дорожно-транспортные происшествия, огнестрельные и ножевые ранения, падения и спортивные травмы. Повреждение обычно вызывается механизмами сгибания, сжатия, гиперэкстензии или вращения. Это называется первичным ущербом, который возникает в результате этих механизмов. Реакции организма на преодоление первичного повреждения, такого как кровоизлияние, воспаление и выделение различных химических веществ, описываются как вторичное повреждение [5].

Во все века реабилитация больных с повреждением позвоночника и спинного мозга была сложной задачей. Процесс лечения при травме спинного мозга длительный, дорогой и изнурительный, что влечет за собой биофизические, психосоциальные и экономические проблемы [10]. Травматическая болезнь спинного мозга наносит ущерб не только независимости и физической функции, но и вызывает множество осложнений: нейрогенные заболевания мочевого пузыря и кишечника, инфекции мочевыводящих путей, пролежни, ортостатическая гипотензия, переломы, тромбоз глубоких вен, спастичность, гетеротрофная оссификация, контрактуры, вегетативная дисрефлексия, легочные и сердечно-сосудистые проблемы и депрессивные расстройства. Инфекции мочевого пузыря, пролежни и вегетативная дисрефлексия особенно изолируют пациента от общества [8, 9]. Лечение пациентов с травмой спинного мозга является непрерывным процессом в течение многих лет. Оно начинается вскоре после получения травмы с помощью неотложной помощи и ранних хирургических вмешательств, после этого проводится лечение сенсорной, моторной и вегетативной дисфункции в хронической фазе и, наконец, — пожизненное лечение в домашних условиях.

В связи с интеграцией отечественной реабилитации в мировую практику возникает потребность усовершенствования медицинской реабилитационной помощи, приведение ее в соответствие с международными моделями, что дало импульс к изучению процесса восстановления лиц с SCI за рубежом.

**Целью нашего исследования** явилось изучение зарубежных технологий реабилитации пациентов с повреждениями спинного мозга для возможного их использования в организации отечественной системы реабилитации.

### **Методы и методология исследования**

Для изучения проблемы исследования были использованы общенаучные методологические подходы, такие как диалектика, структурно-функциональный анализ, теория систем. Был проведен метаанализ мирового опыта оказания реабилитационной помощи людям с повреждением спинного мозга.

## Результаты исследования

В результате анализа иностранных источников на тему реабилитации лиц с SCI были сформированы следующие основные положения.

1. Травмы спинного мозга классифицируются Американской ассоциацией травм позвоночника (ASIA) с учетом моторных и сенсорных функций. Последний пересмотр шкалы расстройства ASIA был сделан в 2011 году. Термин «уровень скелета» не был включен в последние Международные стандарты неврологической классификации повреждений спинного мозга (ISNCSC) [6]. Шкала ASIA приведена в таблице 1.

Таблица 1

### Шкала Американской ассоциации травм позвоночника для травмы спинного мозга

ASIA-A	Полная. В сакральных сегментах S4-S5 не сохраняется сенсорная или моторная функция
ASIA-B	Сенсорная неполная. Дефицит моторных функций без потери чувствительности ниже неврологического уровня, включая крестцовые сегменты S4-S5 (легкое прикосновение, ощущение булавки или глубокое анальное давление на S4-S5)
ASIA-C	Мотор неполный. Моторная функция сохраняется ниже неврологического уровня 1, и более половины мышц ниже этого уровня имеют силу ниже 3/5 (0, 1 или 2)
ASIA-D	Мотор неполный. Моторная функция сохраняется ниже неврологического уровня 1, и, по крайней мере, половина мышц (половина или более) ниже этого уровня имеют силу выше 3/5
ASIA-E	Нормальный. Сенсорная и моторная функции, оцениваемые ISNCSC во всех сегментах, в норме, и у пациентов с ранее существовавшим дефицитом наблюдается степень «А» ASIA. Первоначально у человека без повреждения спинного мозга нет степени ASIA

В отечественной системе реабилитации наиболее распространены термины «тетрапарез» и «парапарез». Использование этих терминов за рубежом не рекомендуется, поскольку они не описывают полностью все клинические проявления при данном поражении. Шкала ASIA обеспечивает более точный подход к описанию серьезности и полноты SCI [7].

Процесс лечения и реабилитации повреждений спинного мозга является комплексным, что требует междисциплинарного подхода. Терапевтические стратегии и результаты клинических исследований, связанных с реабилитацией пациентов с повреждением спинного мозга, приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Терапевтические стратегии реабилитации пациентов с повреждением  
спинного мозга и результаты клинических исследований**

Ссылка	Терапевтическая стратегия	Результаты клинических исследований
Mehrholz и др. [11]	Локомоторная тренировка для ходьбы после травмы спинного мозга	Из результатов рандомизированных клинических исследований (РКИ) недостаточно данных, позволяющих судить, что какая-либо стратегия тренировки двигательного аппарата у пациентов с SCI улучшает функцию ходьбы лучше других. Эффекты роботизированной локомоторной тренировки не ясны. В частности, какой тип двигательной подготовки наиболее эффективный. Поэтому необходимы дополнительные исследования в формате РКИ
Berlowitz и др. [12]	Тренировка дыхательных мышц (respiratory muscle training) при травме шейного отдела спинного мозга	Несмотря на относительно небольшое количество исследований, метаанализ объединенных данных показывает, что тренировка дыхательных мышц (RMT) эффективна для увеличения силы дыхательных мышц и объема легких у людей с повреждением шейного отдела спинного мозга. Необходимы дальнейшие исследования эффектов RMT в контексте динамики таких клинических симптомов, как одышка, эффективность кашля, респираторные осложнения, а также длительность госпитализации и качество жизни. Кроме того, необходимы лонгитюдальные исследования для определения оптимальной дозировки и исключения побочных эффектов RMT на заболеваемость дыхательных путей и смертность
Domingo и др. [13]	Систематический обзор влияния фармакологических препаратов на функцию ходьбы у людей с повреждением спинного мозга	Имеются ограниченные данные о том, что апробированные фармакологические препараты будут способствовать восстановлению ходьбы после травмы спинного мозга. Необходимы дополнительные исследования, чтобы оценить влияние зарегистрированных препаратов в сочетании со специальными упражнениями на показатели ходьбы у данной категории пациентов
Wessels и др. [14]	Тренировка с поддержкой веса тела для восстановления ходьбы у людей с неполной травмой спинного мозга	Пациенты с неполной травмой спинного мозга достигли более высокого уровня самостоятельной ходьбы после наземных тренировок по сравнению с тренировками на беговой дорожке с поддержкой веса тела. Необходимы дальнейшие контролируемые исследования для выяснения эффективности тренировок с поддержкой веса тела при повседневной деятельности

Ссылка	Терапевтическая стратегия	Результаты клинических исследований
Taricco и др. [15]	Фармакологические вмешательства при спастичности после повреждения спинного мозга	На данный момент недостаточно доказательств, чтобы помочь клиницистам в рациональном подходе к антиспастическому лечению при травмах спинного мозга
Hitzig и др. [16]	Рандомизированное исследование функциональной электростимуляции (Functional electrical stimulation) при ходьбе у пациентов с неполной травмой спинного мозга: влияние на качество жизни и социализацию	Настоящее исследование дает представление о предполагаемых выгодах упражнений с FES-терапией (Functional electrical stimulation) и служит моделью для точного определения областей благополучия, которые могли бы стать целью будущих испытаний SCI
Astorino и др. [17]	Влияние терапии, на основе сохранных функций на минеральную плотность костной ткани (МПК) у лиц с повреждением спинного мозга	Терапия на основе тренировки сохранных функций не реверсирует потерю костной массы, обычно наблюдаемую вскоре после травмы. Однако снижение МПК было меньше, чем ожидаемая величина снижения МПК нижней конечности у лиц с недавней ТСМ
Sadowsky и др. [18]	Функциональная электростимуляция (FES) нижних конечностей способствует физическому и функциональному восстановлению при повреждении спинного мозга	FES во время езды на велосипеде при SCI может обеспечить существенные преимущества физической целостности, включая улучшенные неврологические и функциональные показатели, увеличенный размер мышц и потенциал выработки силы, уменьшенную спастичность и улучшенное качество жизни
Gorgey и др. [19]	Нейромышечная электростимуляция (NMES) ослабляет атрофию скелетных мышц, но не туловищных мышц после повреждения спинного мозга	NMES может задерживать процесс прогрессирующей атрофии скелетных мышц после SCI. Однако эффекты не распространяются на проксимальные мышцы туловища

Ссылка	Терапевтическая стратегия	Результаты клинических исследований
Karimi и др. [20]	Роботизированная реабилитация травмы спинного мозга человека	В настоящее время были разработаны различные типы ортопедических систем для восстановления функции ходьбы у параплегических субъектов. Вместе с тем для рандомизированных клинических исследований существует огромный пробел в части определения влияния роботизированной системы на состояние здоровья субъектов с травмами спинного мозга
Karimi и др. [21]	Функциональная ходьба при параплегии: сравнение функциональной электрической стимуляции (FES) против механических ортезов	FES и гибридные ортезы предлагают значительный потенциал для восстановления способностей стояния и ходьбы у людей с SCI. Тем не менее улучшения в их конструкции и технологиях применения в работе необходимы, чтобы продемонстрировать преимущества по сравнению с возможными в настоящее время пассивными механическими ортезами

### Заключение

Таким образом, проведенный анализ зарубежных стратегий медицинской реабилитации указывает на обоснованность применения шкалы ASIA с учетом медицинского и социального статуса пациентов с травматической болезнью спинного мозга для определения краткосрочных и долгосрочных функциональных целей и разработки индивидуального плана реабилитации.

При разработке индивидуального плана реабилитации данной категории пациентов, клиническими рандомизированными исследованиями считаются обоснованными систематические локомоторные тренировки с использованием таких технологий, как: тренировка дыхательных мышц (*respiratory muscle training*), физические упражнения в сочетании с FES-терапией и велотренажерами.

Подвесные системы в реабилитации спинальных больных менее предпочтительны, чем наземные тренировки. Применение роботизированных аппаратов и ортопедических систем для восстановления функций ходьбы и стояния при травмах спинного мозга требуют разработки конкретных протоколов их применения и дальнейших рандомизированных контролируемых исследований для выяснения эффективности и влияния на состояние здоровья реабилитантов.

Проведенное нами исследование создает предпосылки для поиска путей совершенствования и повышения качества оказания помощи по медицинской реабилитации пациентам с травматической болезнью спинного мозга, а также обозначает перспективы и возможные дизайны исследований в данной области научных знаний.



## Литература / Literatura

1. *Yildirim K., Şengel K.* Spinal kord yaralanmaları ve rehabilitasyonu (Spinal cord injury and rehabilitation) *Klnk Akt Tıp Derg.* 2004; 4: 26–38.
2. *Yip P. K., Malaspina A.* Spinal cord trauma and the molecular point of no return. *Mol Neurodegener.* 2012; 7: 6. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22315999/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
3. *Cantu R. C., Li Y. M., Abdulhamid M., Chin L. S.* Return to play after cervical spine injury in sports. *Curr Sports Med Rep.* 2013; 12: 14–17. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23314078/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
4. *Mahan S. T., Mooney D. P., Karlin L. I., Hresko M. T.* Multiple level injuries in pediatric spinal trauma. *J Trauma.* 2009; 67: 537–542. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19741397/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
5. *Sipski M. L., Richards J. S.* Spinal cord injury rehabilitation: state of the science. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006; 85: 310–342. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16554684/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
6. *Kirshblum S. C., Burns S. P., Biering-Sorensen F. et al.* International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011) *J Spinal Cord Med.* 2011; 34: 535–546. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22330108/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
7. *Gibson K. L.* Caring for a patient who lives with a spinal cord injury. *Nursing.* 2003;33:36–41; quiz 42. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12851498/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
8. *Paker N., Soy D., Kesiktaş N. et al.* Reasons for rehospitalization in patients with spinal cord injury: 5 years' experience. *Int J Rehabil Res.* 2006; 29: 71–76. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16432393/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
9. *Hitzig S. L., Tonack M., Campbell K. A. et al.* Secondary health complications in an aging Canadian spinal cord injury sample. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008; 87: 545–555. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18574346/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
10. *Pickett G. E., Campos-Benitez M., Keller J. L., Duggal N.* Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Canada. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 799–805. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16582854/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
11. *Mehrholz J., Elsner B., Werner C. et al.* Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; 7:CD006185. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23888479/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
12. *Berlowitz D. J., Tamplin J.* Respiratory muscle training for cervical spinal cord injury. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; 7:CD008507. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23881660/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
13. *Domingo A., Al-Yahya A. A., Asiri Y. et al.* systematic review of the effects of pharmacological agents on walking function in people with spinal cord injury. *J Neurotrauma.* 2012; 29: 865–879. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22142289/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
14. *Wessels M., Lucas C., Eriks I., de Groot S.* Body weight-supported gait training for restoration of walking in people with an incomplete spinal cord injury: a systematic review. *J Rehabil Med.* 2010; 42: 513–519. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20549154/> (data obrachheniya: 05.08.2020).
15. *Taricco M., Adone R., Pagliacci C., Telaro E.* Pharmacological interventions for spasticity following spinal cord injury. *Cochrane Database Syst Rev.* 2000;

28: CD001131. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10796750/> (data obrachheniya: 05.08.2020).

16. *Hitzig S. L., Craven B. C., Panjwani A. et al.* Randomized trial of functional electrical stimulation therapy for walking in incomplete spinal cord injury: effects on quality of life and community participation. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2013; 19: 245–258. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24244090/> (data obrachheniya: 05.08.2020).

17. *Astorino T. A., Harness E. T., Witzke K. A.* Effect of chronic activity-based therapy on bone mineral density and bone turnover in persons with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol.* 2013; 113: 3027–3037. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24097172/> (data obrachheniya: 05.08.2020).

18. *Sadowsky C. L., Hammond E. R., Strohl A. B. et al.* Lower extremity functional electrical stimulation cycling promotes physical and functional recovery in chronic spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2013; 36: 623–631. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24094120/> (data obrachheniya: 05.08.2020).

19. *Gorgey A. S., Dolbow D. R., Cifu D. X., Gater D. R.* Neuromuscular electrical stimulation attenuates thigh skeletal muscles atrophy but not trunk muscles after spinal cord injury. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013; 23: 977–984. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23683374/> (data obrachheniya: 05.08.2020).

20. *Karimi M. T.* Robotic rehabilitation of spinal cord injury individual. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2013; 15: 1–7. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23510817/> (data obrachheniya: 05.08.2020).

21. *Karimi M. T.* Functional walking ability of paraplegic patients: comparison of functional electrical stimulation versus mechanical orthoses. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013; 23: 631–638. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23412182/> (data obrachheniya: 05.08.2020).

22. *Savaş F., Üstünel S.* Omurilik yaralanması sonrası rehabilitasyon prensipleri (Principles of rehabilitation after spinal cord injury) In: Hancı M, Erhan B (eds): omurga ve omurilik yaralanmaları (spine and spinal cord injuries). *İntertıp*; 2013. P. 585–588.

23. *Tander B.* Nörolojik hasarlı hastanın rehabilitasyonu (Neurological injured patients of rehabilitation) In: Şenel A., Çaylı S., Dalbayrak S., Temiz C., Arslantaş A. (eds): Omurga travmalarında tedavi prensipleri (Principles of rehabilitation after spinal cord injury). *Türk nöroşirürji derneği*; 2011. P. 297–308.

*D. A. Eraskin,  
A. N. Nalobina*

### **Prospects for Improving Rehabilitation Care for Patients with Traumatic Spinal Cord Injury Based on the Analysis of Foreign Recovery Strategies**

In connection with the integration of domestic rehabilitation into the world practice, there is a need to improve rehabilitation assistance, bringing it in line with international models. The article deals with issues related to the analysis of foreign strategies for rehabilitation care for patients with spinal cord injury, as a result of which systematic locomotor training with the use of such technologies as respiratory muscle training, physical exercises in combination with FES therapy and exercise bikes are considered justified.

*Keywords:* spinal cord injuries; respiratory muscle training; rehabilitation; trauma.