

**УДК 615.834:616.85**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В  
ВОССТАНОВЛЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У БОЛЬНЫХ СО  
СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ**

*Коваль С.Я., Хомякова О.В., Черная В.Н.*

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: tnu-fr@rambler.ru*

В статье обсуждаются результаты исследования по выявлению эффективности двигательных режимов в восстановлении двигательной активности у больных с травматической болезнью спинного мозга. Электромиографические исследования упражнений, свидетельствует, что использование комплекса упражнений в тренирующем режиме способствует более активному росту адаптивных возможностей организма к физическим нагрузкам, а также увеличению компенсаторных возможностей, двигательных функций и мышечной силы.

**Ключевые слова:** двигательная активность, спинномозговая травма, электромиография, физическая работоспособность.

**ВВЕДЕНИЕ**

Анализ современной отечественной и зарубежной литературы показывает, что спинномозговые травмы являются серьезной и чрезвычайно сложной социально-медицинской проблемой, нуждающейся в разработке и совершенствовании методов восстановительного лечения для данной категории больных [1, 2]. Большинство повреждений позвоночника и спинного мозга обусловлено дорожно-транспортным (39 %), бытовым (24 %), производственным (24 %) травматизмом, меньшая часть является следствием спортивного (17 %) и других видов травматизма [3, 4]. Вследствие травмы спинного мозга ведущими являются двигательные, чувствительные, трофические и тазовые расстройства. Нарушение деятельности внутренних органов и систем (висцеро-кортикальных связей) происходит не только ниже, но и выше уровня поражения [2]. Тяжесть грубых морфологических и функциональных нарушений спинного мозга изменяют биомеханику и динамический стереотип больного, снижают продолжительность и качество жизни инвалида. Наибольшая частота травм спинного мозга на уровне позвонков D10 L1 (45,6 %), сравнительно низкая смертность и максимальные возможности восстановления двигательной активности (74,4 %), определили важность разработки в оценке восстановления объема движений в нижних конечностях при травмах выше названного отдела [1]. Необходимость и актуальность данного исследования определяет и поиск оптимального двигательного режима для данной категории больных. Основной целью работы явилось выявить эффективность

двигательных режимов в процессе восстановления двигательной активности у больных со спинномозговой травмой.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в условиях специализированного спинального санатория им. Н.Н. Бурденко (г. Саки) с ноября по февраль 2010г. Обследовано 20 больных, мужского пола в возрасте 30–35 лет, с диагнозом поздний восстановительный период компрессионного перелома груднопоясничного отдела позвоночника на уровне D10-L1. В первой группе (n=10), в течение 45 дней физические упражнения проводили в щадящем двигательном режиме (упражнения выполнялись в медленном темпе при небольшой амплитуде движений, повышение ЧСС допустимо до 15–20 % от исходной; производился пассивный подъём больного в вертикальное положение на ортопедическом столе), а во второй группе (n=10) комплекс физических упражнений проводили в тренирующем двигательном режиме (упражнения выполнялись в высоком темпе со значительным противодействием, повышение ЧСС допустимо до 40–50 % от исходной; активные упражнения с упором на колени при использовании методики нейромоторного перевоспитания и тренировки по ходьбе (коррекция локомоторных функций). Уровень двигательной активности в различных положениях оценивали с использованием методики интегральной оценки общей компенсации больных с позвоночной спинномозговой травмой (ПСМТ) по А.Г. Стопорову [4].

При рассмотрении клинических проявлений ПСМТ и ее осложнений оцениваются: двигательная активность (в положении лежа, сидя, стоя); функция ходьбы.

Каждый показатель оценивается по 60-бальной ординальной шкале, в основе которой заложен уровневый принцип достижения конечного приспособительного эффекта, который оценивается по степени и качеству формирования компенсаторно-приспособительных реакций:

До 10 баллов – неудовлетворительный уровень. Компенсация достигается резервными и внешними компонентами.

До 20 баллов – минимальный уровень, когда компенсация достигается резервными и неспецифическими компонентами.

До 30 баллов – удовлетворительный уровень. Компенсация достигается преимущественно за счет неспецифических, с привлечением специфических и резервных компонентов.

До 40 баллов – оптимальный уровень. Компенсация достигается преимущественно за счет неспецифических, с привлечением специфических компонентов. Считается оптимальным, поскольку в совершенствовании нуждаются только количественные и качественные характеристики функции.

50–60 баллов – компенсация достигается преимущественно за счет специфических, с привлечением неспецифических компонентов и соответствует варианту нормы.

Функциональное состояние нервно-мышечной системы определяли методом интерференционной электромиографии. Анализ электрической активности мышц позволяет выделить четыре её типа (табл. 1). 1-й тип характеризуется разноамплитудными колебаниями биопотенциалов с частотой 60–250 Гц, отмечен у больных с ПСМТ в условиях гипо- или адинамии; второй тип характеризуется

урежением частоты колебаний биопотенциалов до 40–120 Гц и отмечен при развитии спастического синдрома; третий тип ЭМГ характеризуется низкочастотными высокоамплитудными ритмическими биопотенциалами, соответствует выраженному спастическому синдрому; четвертый тип характеризуется отсутствием электрической активности мышц, что отмечено при плегиях вследствие ПСМТ. Однако при пассивных движениях можно зарегистрировать электрическую активность мышц.

**Таблица 1**  
**Типы оценки результатов электромиографии в баллах**

Тип реакции и степень изменения параметра	Оценка
1 тип – без изменений	0 балл
2 тип – изменение амплитуды осцилляции	1 балл
3 тип – изменение амплитуды и частоты	2-3 балл
4 тип – изменение типа ЭМГ	4-5 балл

Общую физическую работоспособность определяли методом ручной велоэргометрии на велоэргометре ВЭ-02 с использованием специально сконструированной в санатории станины. Велоэргометр устанавливали на станину с редуктором у ее основания, при помощи которого можно подавать рукоятки велоэргометра испытуемому, сидящему в коляске, под необходимым углом в зависимости от длины рук больного и высоты туловища. При плохом захвате рукояток велоэргометра применялся специальный кожаный фиксатор, напоминающий дуплекс педали спортивного велосипеда. Установлено, что наиболее удобной частотой педалирования руками является частота 60 об/мин. Исследуемые больные, сидящие в коляске, выполняли две стандартные физические нагрузки мощностью 50 Вт и 100 Вт, продолжительностью пять минут с интервалом отдыха между ними пять минут.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Электромиографические исследования упражнений, выполняемых с разными скоростями и с различными по величине отягощениями, показали, что при внешнем сходстве движений координационные межмышечные отношения отличаются между собой в двух группах. Во второй группе применение точных (результативных) двигательных действий характеризуется определенной динамической и миоэлектрической упорядоченностью, а именно: стабильно повторяются последовательности включения-выключения.

При первичной оценке состояния двигательной активности у пациентов обеих групп было отмечено, что двигательная активность в положении лежа составила в среднем по группе 37 и 36 баллов; сидя – 28 и 29 баллов; стоя – 24 и 25 баллов; при ходьбе – 14 и 16 баллов в контрольной и основной группах соответственно, что говорит о низкой степени компенсации двигательных возможностей и свидетельствует о ограниченной трудоспособности, вследствие ПСМТ (максимальный показатель составляет 60 баллов). Электромиографические исследования показали, что данный показатель составил  $2,0 \pm 0,2$  и  $2,1 \pm 0,2$  балла, при максимальном показателе в пять баллов (табл. 2). При этом физическая работоспособность была на уровне  $197,5 \pm 1,6$  кгм/мин и  $198,5 \pm 1,6$  кгм/мин, что говорит о низкой степени физической работоспособности у обследуемых больных [3].

На 20-й день курса реабилитации в контрольной группе, где был использован щадящий двигательный режим показатель двигательной активности в положении лежа увеличился на 2 балла и составил 39 баллов, в положении сидя – 29 балла, что также выше исходного показателя на 1 балла; стоя – 26 балла (увеличение на два балла); при ходьбе – 16 баллов (прирост составил два балла), что свидетельствует о росте компенсаторных возможностей организма. Электромиографические показатели увеличились незначительно и составили в среднем по группе  $2,1 \pm 0,2$  балла, при максимальном показателе в пять баллов. Уровень физической работоспособности увеличился до  $213,5 \pm 1,18$  кгм/мин, что на 16 кгм/мин выше предыдущего результата.

В основной группе, где использовался тренирующий двигательный режим к 20-му дню реабилитации были достигнуты более существенные результаты. Так двигательная активность в положении лежа увеличилась на семь баллов и составила 43 балла; сидя – 35 балла, что также выше исходного показателя на 6 баллов; стоя – 28 балла, увеличился на три балла; ходьба – 23 балла, увеличился на семь баллов, что свидетельствует о более значительном росте компенсаторных возможностей организма и восстановлении двигательных функций. При этом электромиографический показатель увеличился только на один балл, составив  $3,1 \pm 0,1$  балла, при максимальном показателе в пять баллов. Уровень физической работоспособности был определен в среднем как  $235,5 \pm 1,1$  кгм/мин, что на 37 кгм/мин выше начального показателя, что свидетельствует о выраженном расширении адаптивных резервов организма.

Наиболее существенные различия между двумя группами были достигнуты на 45 день курса реабилитации. Так, если в контрольной группе показатель двигательной активности в положении лежа составил 44 балла (+7 баллов); сидя – 34 балла (+6 баллов); стоя – 32 балла (+ 8 баллов); при ходьбе – 22 балла (+ 8 баллов), то в основной те же показатели имели больший прирост. Двигательная активность в основной группе в положении лежа увеличилась на 11 баллов и составил 47 баллов; сидя – 38 балла, что также выше первоначального показателя на 9 балла; стоя – 35 балла, что превышает начальный результат на 10 баллов; двигательная активность при ходьбе к 45 дню составила 37 баллов, что показывает увеличение на 21 балл (табл. 2).

**Таблица 2**  
**Динамика показателей функционального состояния двигательной системы и физической работоспособности больных со спинномозговой травмой при реабилитации в условиях специализированного санатория**

№ п/п	Показатель	Контрольная группа		Основная группа		t факт.	P	d%*
		до реабилитации	после реабилитации	До реабилитации	после реабилитации			
1	Двигательная активность, баллы							
	• лежа	37	44	36	47	2,14	<0,05	6,8
	• сидя	28	34	29	38	2,85	<0,05	11,7
	• стоя	24	32	25	35	2,14	<0,05	9,4
	• ходьба	14	22	16	37	6,52	<0,001	68,1
2	Электромиография, Баллы	2,0±0,2	3,2±0,1	2,1±0,2	3,6±0,1	2,85	<0,05	12,5
3	PWC <sub>150</sub> , кгм/мин	197,5±1,62	229,5±1,1	198,5±1,6	262,5±1,1	23,6	<0,001	4,2

*Примечание:* d%\* – прирост показателя в процентах

Электромиографический показатель в контрольной группе составил к концу исследований 3,2±0,1 балла, а в основной – 3,6±0,1 балла (+60,0 % и 71,4 %), при максимальном показателе у здорового человека 5 баллов. Данный результат свидетельствует о том, что несмотря на значительный рост проводимости в обеих группах и более эффективном воздействии тренирующего двигательного режима в период реабилитации, 45 дней явно недостаточно для полного восстановления функциональных способностей двигательной системы у спинальных больных. Хотя, если анализировать восстановление уровня физической работоспособности у больных в данном исследовании, то с уверенностью можно констатировать, что тренирующий двигательный режим для такой категории больных более показан, чем щадящий. Так, к концу 45-го дня в основной группе уровень физической работоспособности возрос до 262,5±1,1 кг.м/мин, а в контрольной – до 229,5±1,1 кгм/мин, что на 32.0 кгм/мин и 64.0 кгм/мин выше первоначального результата.

При сравнительном анализе использования двух двигательных режимов при реабилитации больных с травмами позвоночника и спинного мозга было определено, что при использовании тренирующего двигательного режима в период реабилитации в условиях специализированного санатория показатели двигательной

активности у больных основной группы увеличились относительно показателей контрольной группы в положении лежа на 6,8 %, сидя – на 11,7 %, стоя – на 9,4 %, функция ходьбы улучшилась на 68,1 %, что свидетельствует о значительно возросших компенсаторных возможностях организма больных, восстановлении утраченных двигательных функций и трудоспособности. При этом показатель электромиографии в основной группе был выше показателя в контрольной на 12,5 %, а показатель физической работоспособности в основной группе после курса реабилитации составил  $262,5 \pm 1,1$  кгм/мин, что на 15,7% выше, чем в контрольной. Это говорит о росте адаптивных возможностей организма больных и увеличении толерантности к физическим нагрузкам.

Анализируя полученные результаты, можно заключить, что применение тренирующего двигательного режима способствует более активному росту адаптивных возможностей организма к физическим нагрузкам, а также увеличению компенсаторных возможностей, двигательных функций и мышечной силы.

### ВЫВОД

1. По полученным в ходе исследований показателям физической работоспособности (PWC150) можно заключить, что применение тренирующего режима реабилитации больных, перенесших спинномозговую травму дает более эффективные результаты по сравнению с группой, в которой применялся щадящий режим. Увеличение в основной группе индекса PWC150 до  $262,5 \pm 1,1$  кгм/мин ( $p \leq 0,001$ ), что на 15,7% превышает результаты в контрольной группе, свидетельствует о росте адаптивных возможностей организма больных и увеличении толерантности к физическим нагрузкам.
2. Двигательные функции достоверно увеличились в положении: лежа на 6,8% и достигли 44 баллов ( $p \leq 0,05$ ), сидя на 11,7% – 34 балла ( $p \leq 0,05$ ), стоя на 9,4% – 32 балла ( $p \leq 0,05$ ), функция ходьбы улучшилась на 68,1% – 22 балла ( $p \leq 0,001$ ), что свидетельствует о значительно возросших компенсаторных возможностях организма больных, восстановлении утраченных двигательных функций и трудоспособности.
3. Проведённое исследование показывает ведущее место тренирующего режима реабилитации у пациента, перенесших спинномозговую травму в условиях специализированного санатория.

### Список литературы

1. Современные основы реабилитации больных с повреждениями спинного мозга: материалы I Учредительной научно-практической конференции «Спинной мозг», (Москва, 22-24 июня 2002) – М: 2002. – 126 с.
2. Пельмуттер О.А. Травма позвоночника и спинного мозга / Пельмуттер О.А. – Н. Новгород: Медицина. – 2000. – 144 с.
3. Редько Б.П. Критерии общей физической работоспособности для определения возможной двигательной активности больных со спинномозговой травмой на этапе санаторно-курортного лечения / Б.П. Редько // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1985. – №5. – С.66–67.

4. Стопоров А.Г. Некоторые аспекты интегральной оценки общей компенсации больных перенесших позвоночно-спинномозговую травму / А.Г. Стопоров // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2007. – №2. С. 172–177.

**Коваль С.Я. Використання методу електроміографії в оцінюванні ефективності вибору фізичних вправ в відновленні рухової активності у хворих зі спинномозковою травмою / С.Я. Коваль, О.В. Хом'якова, В.М. Чорна. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 60-66.**

У статті обговорюються результати досліджень по виявленню ефективності рухових режимів у відновленні рухової активності у хворих з травматичною хворобою спинного мозку. Електроміографічні дослідження вправ є свідомством проєкції використання комплексу вправ тренуючого режиму має характеристику визначеної динамічної та міоелектричної впорядкованості. **Ключові слова:** рухова активність, спинномозкова травма, електроміографія, фізична працездатність.

**Koval S.J. Electromyography methods' application for physical exercises alternatives efficiency's estimation in rehabilitation of patients with traumatic sickness of spinal cord / S.J. Koval, O.V. Homyakova, V.N. Chornaya // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 60-66.**

The results of investigations of electromyography methods' application for physical exercises alternatives efficiency's estimation in rehabilitation of patients with traumatic sickness of spinal cord were discussed. The methods of higher physical activity is the more effective in the influence on patients with traumatic sickness of spinal cord.

**Keywords:** aerobic electromyography, spinal cord, physical rehabilitation.

*Поступила в редакцію 19.02.2011 г.*