



# МЕТОДЫ НЕЙРОМОДУЛЯЦИИ В ЛЕЧЕНИИ СПАСТИЧЕСКОГО СИНДРОМА И ИХ РОЛЬ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА

В.Г. Нинель, А.А. Смолькин, Г.А. Коршунова, И.А. Норкин  
Саратовский НИИ травматологии и ортопедии

**Цель исследования.** Представление алгоритма последовательного применения методов нейромодуляции для повышения эффективности купирования спастических синдромов и уточнение его роли в реабилитации пациентов после травмы позвоночника и спинного мозга.

**Материал и методы.** Под наблюдением находились 105 пациентов с повышенным мышечным тонусом после травмы спинного мозга. В целях купирования спастичности мышц им поэтапно выполняли электростимуляцию спинного мозга, одновременную эпидуральную лекарственную терапию с электростимуляцией, а также локальную гипотермию спинного мозга.

**Результаты.** Получены положительные результаты после каждого этапа нейромодуляционного воздействия. Они положены в основу разработки алгоритма хирургического лечения пациентов с чрезмерной мышечной спастичностью.

**Заключение.** Предложенный алгоритм последовательного применения методов нейромодуляции у пациентов со спастическими синдромами после травмы спинного мозга позволил в 88,6 % случаев значительно снизить степень спастичности мышц и создать условия для проведения дальнейших реабилитационных мероприятий.

**Ключевые слова:** травма спинного мозга, спастический синдром, лечение, нейромодуляция.

METHODS OF NEUROMODULATION  
IN THE TREATMENT OF SPASTIC SYNDROME  
AND THEIR ROLE IN COMPLEX REHABILITATION  
OF PATIENTS AFTER SPINE  
AND SPINAL CORD INJURIES

V.G. Ninel, A.A. Smol'kin, G.A. Korshunova, I.A. Norkin

**Objective.** To present an algorithm for consistent application of neuromodulation techniques to improve the effectiveness of spastic syndrome relief and to specify its role in the rehabilitation of patients after spine and spinal cord injuries.

**Material and Methods.** The study included 105 patients with increased muscle tone after spinal cord injury. To relieve muscle spasticity, a staged therapy was performed including electrical stimulation of the spinal cord, simultaneous epidural drug therapy with electrical stimulation, and local hypothermia of the spinal cord.

**Results.** Positive results were obtained after each stage of neuromodulation therapy. They became a basis for the development of an algorithm of surgical treatment of patients with excessive muscle spasticity.

**Conclusion.** The proposed algorithm for consistent application of neuromodulation techniques in patients with spastic syndrome after spinal cord injuries allowed significant reducing the degree of spasticity and creating conditions for further rehabilitation in 88.6 % of cases.

**Key Words:** spinal cord injury, spastic syndrome, treatment, neuromodulation.

Для цитирования: Нинель В.Г., Смолькин А.А., Коршунова Г.А., Норкин И.А. Методы нейромодуляции в лечении спастического синдрома и их роль в комплексной реабилитации пациентов после травмы позвоночника и спинного мозга // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 3. С. 15–21.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.3.15-21>.

Please cite this paper as: Ninel VG, Smol'kin AA, Korshunova GA, Norkin IA. Methods of neuromodulation in the treatment of spastic syndrome and their role in complex rehabilitation of patients after spine and spinal cord injuries. *Hir. Pozvonoc.* 2016;13(3):15–21. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.3.15-21>.

Травма позвоночника и спинного мозга является одной из самых распространенных и тяжелых повреждений центральной нервной системы. Спино-мозговую травму ежегодно получают около 8 тыс. человек, из которых 70–80 % становятся инвалидами I–II группы. У 65–78 % пострадавших травматическая болезнь спинного мозга осложняется развитием спастического синдрома [3]. В 80 % случаев пострадавшими являются молодые люди трудоспособного возраста, нуждающиеся в купировании спастического синдрома и восстановлении двигательных функций, что представляет собой чрезвычайно сложную задачу [8].

Консервативные мероприятия, включающие в себя широкий спектр медикаментозных препаратов, физиотерапевтических и других рефлекторных методов лечения, в большинстве случаев не дают продолжительного и надежного положительного результата [2]. При безуспешности консервативной терапии до недавнего времени выполняли открытые и перкутанные деструктивные операции на различных образованиях центральной и периферической нервной системы, в 60–80 % случаев получали положительный эффект. Вместе с тем наблюдается высокий процент рецидивов и усугубления функции спинного мозга, что ухудшает качество жизни таких пациентов [1, 7]. Альтернативой деструктивным вмешательствам в какой-то степени может служить локальная гипотермия спинного мозга, которая является малоинвазивным методом и вполне соответствует принципам функциональной нейрохирургии [9].

На сегодняшний день в арсенале нейрохирургов для лечения спастических синдромов имеются новейшие технологии (электростимуляция спинного мозга, интратекальное введение опиатов и баклофена), которые широко применяются за рубежом и позволяют достаточно эффективно контролировать повышенный мышечный тонус. Однако применение этих технологий в хроническом варианте нередко приводит к ряду досадных

осложнений (нагноению, прекращению стимуляции или подачи лекарственных препаратов, образованию псевдоменингецеле и гранулемам на внутреннем конце катетера и др.), требующих замены стимулирующей системы, катетера и имплантированной помпы либо полного отказа от этого вида лечения [4].

Анализ литературы показал, что каждый из существующих методов лечения спастических синдромов дает определенный положительный результат, который у обозначенных выше методик различный и требует дальнейшего предметного изучения. Помимо этого, не уточнена их роль в системе реабилитации данной категории пострадавших.

Цель исследования – представление алгоритма последовательного применения методов нейромодуляции для повышения эффективности купирования спастических синдромов и уточнение его роли в реабилитации пациентов после травмы позвоночника и спинного мозга.

### Материал и методы

Настоящая работа основана на обследовании и лечении 105 пациентов с тяжелой и упорной спастичностью мышц в результате осложненной травмы позвоночника. Пострадавших мужского пола было 80 (76,1 %), женского – 25 (23,9 %). Большинство (более 80 %) являлись лицами молодого возраста. Ранее всем этим пострадавшим в экстренном порядке выполнены оперативные вмешательства, направленные на устранение компрессии спинного мозга и его сосудистых образований путем реконструкции деформированного позвоночного канала и надежной стабилизации поврежденного сегмента позвоночника с помощью разнообразных конструкций (шейных пластин и кейджей, транспедикулярных и вентральных устройств, а также эндопротезов тел позвонков). В нейрохирургическое отделение СарНИИ-ТО 105 пациентов госпитализированы после неэффективных консервативных мероприятий, направленных

на лечение спастического синдрома, причем 70 (66,6 %) – через год и более, а 35 (33,4 %) – через 3–11 мес. после травмы.

При поступлении всем больным выполнено комплексное клиничко-неврологическое, электрофизиологическое и лучевое обследование. Двигательные и чувствительные нарушения оценивали с помощью международной шкалы ASIA/IMSOP, которая разделена на 5 уровней: А – полное нарушение функции спинного мозга; В – отсутствуют движения, но сохранена чувствительность в сакральных сегментах; С – имеются движения в конечностях, но сила мышц менее 3 баллов; D – частичное нарушение (сила основных мышц 3 балла и более); E – двигательная и чувствительная сфера в норме. Однако наличие повышенного мышечного тонуса не позволяет четко квалифицировать тяжесть травматического поражения спинного мозга, поэтому уровни А и В, С и D мы объединили в две группы: АВ – 1-я, CD – 2-я.

В 1-ю группу вошли 58 (55,2 %) больных с диагнозом «спастическая тетра- и параплегия», а во 2-ю – 47 (44,8 %) с клиникой спастического тетра- и парапареза. Интенсивность гипертонуса мышц у них измеряли по 5-балльной модифицированной шкале Ашворта до и после проведения лечебных мероприятий [11].

Всем пациентам производили стандартную спондилографию, а 35 из них – КТ-исследование для оценки состояния оперированного сегмента позвоночника и надежности его стабилизации. В 66 случаях выполняли МРТ для изучения тяжести и характера структурных повреждений в спинном мозге на уровне травмы.

Электрофизиологические исследования проводили у всех 105 больных на электромиографе «Keypoint» (Дания – США) до начала, в ходе электроимпульсной и медикаментозной нейромодуляции, а также после курса лечения, при этом изучали латентный период, амплитуду Н-рефлекса, М-ответа и их процентное соотношение (Н/М).

С целью сравнения электронейромиографических данных, регистрируемых у пациентов с травмой спинного мозга, осложненной спастическим синдромом, обследовали 10 практически здоровых добровольцев (5 лиц мужского и 5 — женского пола) в возрасте от 25 до 45 лет. Полученные показатели электрофизиологического исследования были приняты за условную норму.

Лечение 105 пациентов с чрезмерной спастичностью мышц осуществляли последовательно: на I этапе им выполняли электростимуляцию спинного мозга (ЭССМ), на II — у 46 больных, у которых ЭССМ не дала эффекта, применяли эпидуральную лекарственную терапию (ЭПЛТ) на фоне ЭССМ, на III — при неэффективности ЭПЛТ у 25 пострадавших использовали локальную гипотермию спинного мозга (ЛГСМ).

ЭССМ выполняли путем введения в эпидуральное пространство спинного мозга электродов, которые располагали над задними столбами на 1–2 позвонка выше и ниже сегментов поясничного утолщения. Параметры электроимпульсного воздействия подбирали индивидуально, при этом частота импульса составляла 100–150 Гц, ширина колебалась от 0,2 до 0,5 мс, а амплитуда с напряжением — от 8 до 10 В. Сеансы стимуляции продолжительностью 30–40 мин проводили в течение 3–4 недель с помощью аппаратуры фирмы «Medtronic» (США).

Для осуществления одновременно ЭПЛТ на фоне ЭССМ дополнительно на уровне Th12–L1 позвонков устанавливали катетер, размещая его между электродами. Смесь препаратов, содержащую 2,0 мл 0,01 % клофелина, 2,0 мл 1 % морфина гидрохлорида и 20,0 мл изотонического раствора хлорида натрия, вводили при помощи стационарных дозаторов «ВЭДА-3» (Россия) либо портативных устройств «WalkMed» (США) со скоростью от 0,1 до 0,5 мл/ч непрерывно в течение 10–12 сут, совместно с ЭССМ, которая оставалась прежней.

ЛГСМ выполняли инфузионным и перфузионным методом в условиях

операционной под общим обезболиванием с применением релаксантов и искусственной вентиляции легких. При инфузионном способе специальной иглой производили люмбальную пункцию между L<sub>3</sub> и L<sub>4</sub> позвонками, через которую после выведения 60–80 мл ликвора медленно (10 мл/мин) вводили охлажденный до +18–22 °С изотонический раствор NaCl, и, если отсутствовали осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы, производили инсuffляцию еще 40–60 мл раствора при температуре +2–0 °С. Во время осуществления перфузионной методики дополнительно на 2–3 позиции выше первоначально уровня вводили иглы в субарахноидальное пространство, через нижнюю иглу охлажденным до +2–0 °С изотоническим раствором хлорида натрия проводили перфузию в количестве 1500–2000 мл на протяжении 60–120 мин.

Анализ результатов исследования осуществляли с применением статистической программы «Statistica 10.0 for Windows» (StatSoft Inc.), при этом с нормальным распределением выборок по критерию Шапиро – Уилки применяли параметрический метод с определением величин средней арифметической и ошибки средней ( $M \pm m$ ). Сравнительную оценку различий в группах осуществляли с помощью t-критерия Стьюдента. Полученный результат считали статистически значимым при  $p \leq 0,05$ .

## Результаты

Эффективность методов нейромодуляции оценивали по уровню мышечного тонуса, процентному соотношению амплитуд Н/М на электронейромиограммах и неврологическому статусу до и после лечения, при этом учитывали положительный и неудовлетворительный результат. С целью снижения доли субъективизма в интерпретации интенсивности мышечной спастичности предложен коэффициент (К), который вычисляли по формуле:

$$K = N1 / N2,$$

где N1 — количество баллов до выполнения лечебных мероприятий, N2 — после. При  $K \geq 2$  лечебный эффект считали положительным, а при  $K < 2$  неудовлетворительным.

У 58 пациентов 1-й группы степень повышенного тонуса мышц в среднем составила  $4,50 \pm 0,06$  балла, у 47 из 2-й группы —  $3,80 \pm 0,07$  балла, что при переводе баллов в проценты составило  $90,0 \pm 1,2$  % и  $76,0 \pm 1,4$  % соответственно.

Состояние нейронального аппарата поясничного отдела спинного мозга по данным электронейромиографии до лечения отражено в табл. 1.

На электронейромиограммах у 58 пострадавших со спастической тетрапаралгией обнаружено статистически значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение амплитуды Н-рефлекса и снижение

Таблица 1

Электромиографические показатели пациентов со спастическим синдромом до начала лечения ( $M \pm m$ )

Группы	Амплитуда Н-рефлекса, мВ	Амплитуда М-ответа, мВ	Соотношение Н/М, %
Контрольная (n = 10)	$1,09 \pm 0,10$	$2,55 \pm 0,20$	$42,80 \pm 2,10$
1-я (n = 58)	$1,48 \pm 0,10$	$1,55 \pm 0,13$	$81,30 \pm 2,50$
	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
2-я (n = 47)	$0,62 \pm 0,17$	$1,12 \pm 0,14$	$56,30 \pm 5,30$
	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
	$p^1 < 0,05$	$p^1 < 0,05$	$p^1 < 0,05$

p — достоверность по сравнению с показателями контрольной группы; p<sup>1</sup> — достоверность по сравнению с показателями 1-й группы.

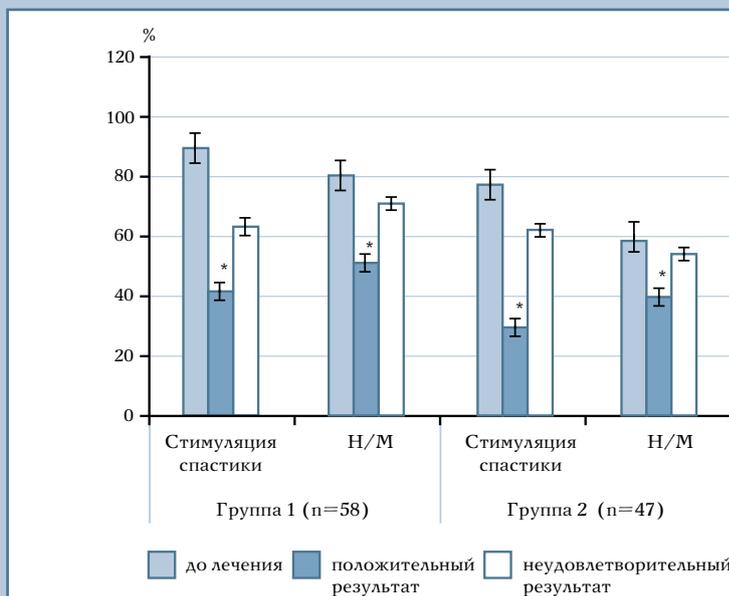
мышечного ответа, что повлекло повышение процентного соотношения Н/М по сравнению с контрольной группой (норма).

У 47 пациентов 2-й группы величины Н-рефлекса и М-ответа оказались ниже нормальных значений, при этом процентные показатели амплитуд Н/М были статистически значимыми ( $p < 0,05$ ) относительно данных контрольной группы. Сравнение ЭНМГ показателей 1-й и 2-й групп показало, что у больных с частичным повреждением снижение амплитуды Н-рефлекса и процентное отношение Н-рефлекса к М-ответу статистически значимо ( $p1 < 0,05$ ) по сравнению с показателями у пациентов с грубым повреждением спинного мозга.

**ЭССМ.** Результаты оценки эффективности ЭССМ по интенсивности спастического синдрома и показателям соотношения амплитуды Н/М в процентах представлены на гистограмме (рис. 1).

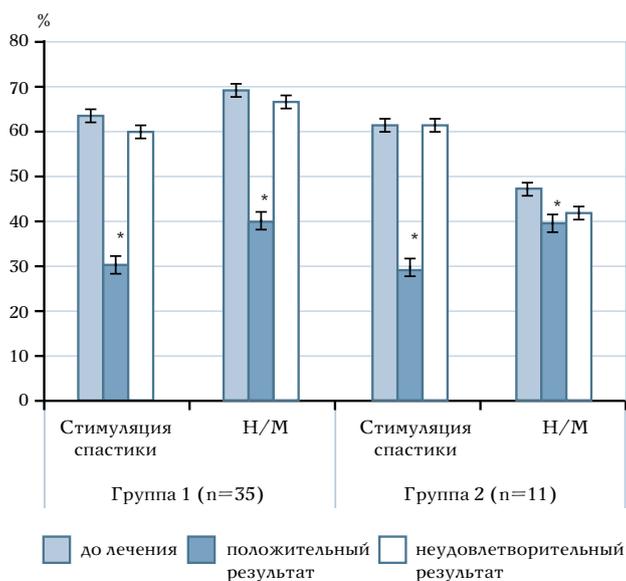
У 23 (39,7 %) пациентов с грубыми неврологическими выпадениями (1-я группа) при положительном лечебном результате достигнуто статистически значимое снижение мышечного тонуса с 90,0 до 42,0 % и средних показателей Н/М с 81,3 до 49,5 %, что указывает на значительное уменьшение гиперреактивности нейронального аппарата поясничного отдела спинного мозга. У 36 (76,6 %) пациентов с частичным травматическим поражением спинно-мозговых структур (2-я группа) получен положительный результат, который сопровождался понижением степени мышечной спастичности с 76,0 до 30,0 % и соотношения амплитуд Н/М с 56,3 до 40,5 %, что свидетельствует о нормализации рефлекторной функции спинного мозга. У 35 (60,3 %) больных 1-й и у 11 (23,4 %) 2-й группы наблюдался неудовлетворительный исход, при этом показатели спастичности мышц и процентное соотношение амплитуд Н/М статистически значимо не отличались от исходных данных до лечения.

Общие положительные исходы после курса ЭССМ зарегистрированы



**Рис. 1**

Результаты электростимуляции спинного мозга: \* – показатели статистически значимы ( $p < 0,05$ ) в 1-й и 2-й группах при положительном результате по сравнению с исходными данными до лечения, Н/М – соотношение Н-рефлекса и М-ответа



**Рис. 2**

Результаты эпидуральной лекарственной терапии и электростимуляции спинного мозга: \* – показатели статистически значимы ( $p < 0,05$ ) в 1-й и 2-й группах при положительном результате лечения по сравнению с данными, полученными после неэффективной электростимуляции, Н/М – соотношение Н-рефлекса и М-ответа

у 59 (56,2 %), а неудовлетворительные – у 46 (43,8 %) пациентов.

**ЭПЛТ и ЭССМ.** У 46 (43,8 %) пациентов только одна ЭССМ оказалась неэффективной, им выполнены одновременно ЭПЛТ и ЭССМ. Примечательно, что 35 (33,3 %) больных были из 1-й группы, а 11 (10,5 %) – из 2-й. Итоги этого вида нейромодуляции представлены на гистограмме (рис. 2).

Полученные данные свидетельствуют, что у 13 (12,4 %) пациентов положительный результат подтверждался статистически значимым ( $p < 0,05$ ) понижением тонуса мышц с 64,0 до 30,0 % и процентного соотношения амплитуд Н/М с 68,3 до 40,1 %, что позволяет судить о реальном уменьшении гиперреактивности мотонейронов на уровне поясничного отдела спинного мозга. Статистически значимое ( $p < 0,05$ ) снижение чрезмерного мышечного тонуса с 62,0 до 28,0 % и соотношения амплитуд Н/М с 56,3 до 40,5 % у 8 (7,6 %) больных 2-й группы свидетельствует о достижении положительного результата. У 25 пациентов 1-й и 2-й групп с отсутствием эффекта от лечения не наблюдалось статистически значимой позитивной динамики тонуса мышц и соответствующих показателей при электронейромиографическом исследовании.

**ЛГСМ.** Осуществлена 25 пациентам после неэффективности вышеописанных методов нейромодуляции, из которых 22 (88,0 %) больных с параличом относились к 1-й группе и лишь 3 (12,0 %) со спастическим тетрапарезом ко 2-й. Данные об эффективности ЛГСМ представлены в табл. 2.

В 52 % случаев достигнут положительный эффект, который подтверждается статистически значимым ( $p < 0,05$ ) снижением средних показателей степени спастичности мышц и процентного соотношения амплитуд Н/М по отношению к исходным данным, при этом клинически наблюдается отчетливое снижение непроизвольных мышечных спазмов в конечностях. В 48 % наблюдений ЛГСМ оказалась неэффективной. Однако, если сопоставить этот результат с общим

количеством наблюдений ( $n = 105$ ), то он составит всего 11,4 %, а у 88,6 % пациентов исходы нейромодуляционного лечения были положительными.

Результаты данного исследования стали основой разработки для клинической практики рациональной тактики хирургического лечения спастических синдромов (рис. 3).

Согласно предложенной лечебно-тактической схеме нейромодуляционное лечение начинали с ЭССМ (I этап).

При положительном лечебном эффекте пациентам предлагали имплантировать систему для хронической электростимуляции спинного мозга, а если они отказывались, то выписывали с рекомендациями проведения восстановительного лечения. В случаях неудовлетворительного результата приступали ко II этапу – ЭПЛТ в сочетании с ЭССМ. Если получен положительный результат, то пациентов выписывали для реабилитационных мероприятий.

Таблица 2

Результаты локальной гипотермии спинного мозга по шкале Ашворта и данным электронейромиографии ( $M \pm m$ )

Результат	Спастичность мышц, баллы	Спастичность мышц, %	Соотношение амплитуд Н/М, %
Исходные данные	2,90 ± 0,10	58,00 ± 2,00	59,80 ± 2,00
Положительный (n = 13)	1,40 ± 0,05*	28,00 ± 1,00*	40,80 ± 1,20*
Неудовлетворительный (n = 12)	2,50 ± 0,10	50,00 ± 2,00	52,40 ± 1,50

\*результат статистически значимо ( $p < 0,05$ ) отличается от исходных данных.

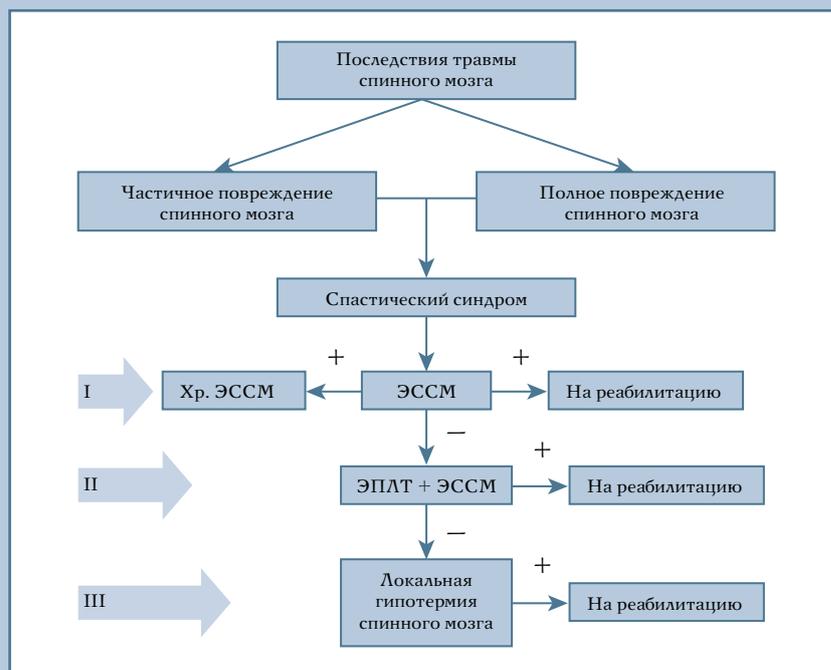


Рис. 3

Алгоритм хирургического лечения спастических синдромов: ЭССМ – электростимуляция спинного мозга; Хр. ЭССМ – хроническая стимуляция спинного мозга; ЭПЛТ – эпидуральная лекарственная терапия

При неудовлетворительном исходе этим пациентам выполняли ЛГСМ (III этап), которая завершала функциональные нейромодуляционные методики. Получение позитивного эффекта позволило у них реализовывать программу восстановительного лечения утраченных функций.

## Обсуждение

Большинство клиницистов для оценки спастичности пользуется общепринятой балльной шкалой Ашворта, которая является субъективным методом, поскольку достоверность измерения полностью зависит от опыта и квалификации врача. Чтобы унифицировать оценку результатов лечения, мы предложили методику вычисления коэффициента его эффективности путем сравнения количества баллов либо процентов до и после курса терапии, позволяющую интерпретировать результаты лечения болевых и/или спастических синдромов [6]. Некоторые авторы с целью объективизации предлагают использовать электронейромиографию, которая, по их мнению,

во многом позволяет уточнить данные шкалы Ашворта [5]. Однако в источниках литературы по этому поводу существуют диаметрально противоположные точки зрения [12].

В этой связи возможности электронейромиографии требуют дальнейшего изучения и уточнения. Наши исследования показали, что положительный лечебный результат практически всегда сопровождается снижением степени мышечной спастичности, которая сочеталась с уменьшением процентного соотношения максимальных значений амплитуд Н-рефлекса к М-ответу. Эти результаты оказались созвучными с данными, опубликованными зарубежными авторами [13].

Применение модуляционных методов большинство отечественных и зарубежных исследователей начинали с тестовой ЭССМ, которая являлась основным критерием отбора пациентов для проведения других видов лечения [10]. Однако она оказалась эффективной только у половины больных с посттравматическим спастическим синдромом, а у оставшихся – купирование чрезмерного тонуса мышц осу-

ществляли с помощью ЭПЛТ, ЭССМ и ЛГСМ одновременно. Следует еще раз подчеркнуть, что из общего количества пациентов (n = 105) последовательное применение функциональных методов не дало лечебного эффекта у 11,4 % больных. Поэтому им при отсутствии технической возможности интратекального введения баклофена либо опиатов с помощью имплантируемых помп показано выполнение деструктивных операций (селективной ризотомии, коагуляции входных зон задних корешков, миелотамии и др.).

## Заключение

Предложенный алгоритм последовательного применения методов нейромодуляции у пациентов со спастическими синдромами после травмы спинного мозга позволил в 88,6 % случаев значительно снизить степень спастичности мышц и создать условия для проведения дальнейших реабилитационных мероприятий, что обосновывает его использование в широкой клинической практике.

## Литература/References

1. **Белова А.Н., Балдова С.Н.** Нейромодуляция и спинальная спастичность // Трудный пациент. 2013. Т. 11. № 12. С. 33–37. [Belova AN, Baldova SN. Neuromodulation and spinal spasticity. Difficult patient. 2013;11(12):33–37. In Russian].
2. **Воробьева О.В.** Применение центральных миорелаксантов в клинике нервных болезней // Лечение заболеваний нервной системы. 2011. № 1 (6). С. 3–9. [Vorobyeva OV. The use of central muscle relaxants in the clinic of nervous diseases. Treatment of diseases of the nervous system. 2011;1(6):3–9. In Russian].
3. **Гумарова Л.Ш., Бодрова Р.А.** Современные технологии физической реабилитации пациентов с травмой спинного мозга. // Вестник восстановительной медицины. 2014. № 2 (60). С. 32–37. [Gumarova LS, Bodrova RA. Modern technologies of physical rehabilitation of patients with spinal cord injury. Bulletin of regenerative medicine. 2014;2:32–37. In Russian].
4. **Зеэлигер А., Берснев В.П.** Нейромодуляция при хронических болевых синдромах различного генеза. СПб., 2010. [Seeliger A, Bersnev VP. Neuromodulation for Chronic Pain Syndromes of Various Origins. SPb., 2010. In Russian].
5. **Королев А.А., Сулова Г.А.** Оценка выраженности спастичности в нейрореабилитации // Успехи современного естествознания. 2011. № 4. С. 89–89. [Korolev AA, Suslova GA. Objective evaluation of spasticity in neurological rehabilitation. Advances in Current Natural Sciences. 2011;(4):89–89. In Russian].
6. **Нинель В.Г., Норкин И.А., Пучиньян Д.М., Смолькин А.А.** Некоторые аспекты классификации и оценки интенсивности хронических болевых синдромов туловища и конечностей // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. 2011. Т. 3. № 1. С. 31–36. [Ninel VG, Norkin IA, Puchinyan DM, Smolkin AA. Some aspects of classification and assessment of intensity of chronic pain syndromes of the trunk and extremities. Russian neurosurgical journal n.a. Prof. AL Polenov. 2011;3(1):31–36. In Russian].
7. **Сафин А.В., Кузовлев О.П.** Нейростимуляция спинного мозга – новый метод лечения болевых и спастических синдромов // Клиническая практика. 2011. № 3. С. 85–90. [Safin AV, Kuzovlev OP. Spinal cord neurostimulation – new method for the treatment of pain and spastic syndromes. Klinicheskaya Praktika. 2011;(3):85–90. In Russian].
8. **Хайбуллина З.Р.** Тактика реабилитации пациентов после проведенного оперативного вмешательства на грудном отделе позвоночника в позднем периоде травматической болезни спинного мозга // Вестник восстановительной медицины. 2009. № 6. С. 62–65. [Khaybullina ZR. Tactics of rehabilitation of patients after surgery on the thoracic spine in the late period of traumatic disease of the spinal cord. Bulletin of regenerative medicine. 2009;(6):60–65. In Russian].
9. **Шуковский В.В.** Локальная спино-мозговая гипотермия при чрезмерной мышечной спастичности и тяжелых болевых синдромах туловища и конечностей // М-лы III научн.-практ. конф. общества «Спинальный мозг». Саратов, 2004. С. 22–24. [Schukovsky VV. Local spinal hypothermia at excessive spasticity and severe

pain syndromes of the trunk and limbs. Proceedings of the 3rd Scientific and Practical Conference of the Spinal Cord Society. Saratov, 2004:22–24. In Russian].

10. **Abejon D, Rueda P, Parodi E, Dei Saz J.** Effects of movement and postural positions in spinal cord stimulation in the new rechargeable systems. *Pain Physician.* 2014;17:345–352.
11. **Haas BM, Bergstrom E, Jamous A, Bennie A.** The inter rater reliability of the original and of the modified Ashworth scale for the assessment of spasticity in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord.* 1996;34:560–564. DOI: 10.1038/sc.1996.100.
12. **Kohan AH, Abootalebi Sh, Khoshnevisan A, Rahgozar M.** Comparison of modified Ashworth scale and Hoffmann reflex in study of spasticity. *Acta Med Iran.* 2010;48:154–157.
13. **Schindler-Ivens SM, Shields RK.** Soleus H-reflex recruitment is not altered in persons with chronic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:840–847.

**Адрес для переписки:**

Нинель Вячеслав Григорьевич  
410002, Саратов, ул. Чернышевского, 148, Саратовский НИИТО,  
v.ninel@mail.ru

**Address correspondence to:**

Ninel Vyacheslav Grigoryevich  
Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics,  
Chernyshevskogo str., 148,  
Saratov, 410002, Russia,  
v.ninel@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16.02.2016

*Вячеслав Григорьевич Нинель, д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник; Алексей Александрович Смолькин, младший научный сотрудник; Галина Александровна Коршунова, канд. мед. наук, старший научный сотрудник, отдел инновационных проектов в нейрохирургии и вертебологии; Игорь Алексеевич Норкин, д-р мед. наук, проф., директор, Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии, Россия. Vyacheslav Grigoryevich Ninel, DMSc, Prof., chief researcher; Aleksey Aleksandrovich Smol'kin, junior researcher; Galina Aleksandrovna Korsbunova, MD, PhD, senior researcher, Department of Innovative Projects in Neurosurgery and Vertebrology; Igor Alekseyevich Norkin, DMSc, Prof., Director, Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Russia.*