

ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕЙРО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ ПРИ НЕОСЛОЖНЕННЫХ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАХ ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

А.Б. Томилов, Т.В. Зубарева, Н.Л. Кузнецова

ФГБУ «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина» Минздрава России,
директор – д.м.н. И.Л. Шлыков
г. Екатеринбург

Результаты электронейромиографического исследования нервно-мышечного аппарата нижних конечностей у пациентов с неосложненными переломами нижнегрудного отдела позвоночника показали, что во время всего периода реабилитации после операции (до 1 года) полностью сохраняется функция мышц-сгибателей стоп. В 12–22% случаев в ранние сроки присутствуют признаки двигательного дефицита мышц-разгибателей стоп, который исчезает к полугоду после операции и вновь выявляется в 17% случаев через 1 год после травмы. В ранние сроки после операции ЭНМГ периферических нервов нижних конечностей выявила умеренные субклинические нейропатии *n. tibialis* в 24% случаев, *n. peroneus* – в 38%. Через год после операции происходила полная нормализация функций большеберцовых нервов, а признаки «скрытых» нейропатий малоберцовых нервов были выявлены у каждого третьего пациента. На уровне пояснично-крестцового сплетения через 2 недели после операции в 50% случаев были отмечены признаки гипервозбудимости пула мотонейронов, которые нарастали к полугоду после операции. Через год на уровне сплетения, наоборот, были выявлены признаки дефицита возбудимости эфферентных волокон, более выраженные на уровне сегментов L4–L5. При исследовании рефлекторной активности нижних конечностей у 70–80% пациентов с неосложненными переломами позвоночника зарегистрированы двухсторонние супрасегментарные нарушения по типу повышенной возбудимости афферентных волокон на уровне L5–S1.

Ключевые слова: переломы позвоночника, нейро-мышечный аппарат, электронейромиография.

INVESTIGATION OF THE NEURO-MUSCULAR SYSTEM IN PATIENTS WITH UNCOMPLICATED FRACTURES OF THE SPINE

A.B. Tomilov, T.V. Zubareva, N.L. Kuznetsova

The results of electroneuromyography of the neuromuscular system of the lower extremities in patients with uncomplicated fractures of the lower thoracic spine showed that during the rehabilitation period after surgery (1 year) the function of foot flexors remain fully intact. In 12-22% of cases in the early stages there are signs of motor deficit of foot extensor muscles, which disappears for half a year after surgery and again detected in 17% at 1 year after injury. In the early postoperative period electroneuromyography of peripheral nerves of the lower extremities revealed a mild subclinical neuropathy of *n. tibialis* in 24% of cases, *n. peroneus* – in 38%. A year after the operation a complete normalization of the tibial nerves functions occurred as the signs of «hidden» neuropathy of peroneal nerves were found in every third patient. In 2 weeks after the surgery at the level of the lumbosacral plexus the signs of hyperexcitability of motoneurons pool were reported in 50% of patients, which grew to half a year after surgery. In a year at plexus level signs of deficiency of efferent fibers excitability, more expressed on L4–L5 level have been revealed. In the study of reflex activity of the lower extremities in 70-80% of patients with uncomplicated spine fractures bilateral suprasegmental violations by type of increased excitability of afferent fibers at the level L5-S1 were registered.

Key words: spinal fractures, neuro-muscular system, electroneuromyography.

Проблема лечения повреждений позвоночника является актуальной в связи с увеличением этой категории больных в структуре общей травмы опорно-двигательной системы, длительностью и высокой затратностью лечения, большой степенью инвалидизации пострадавших трудоспособного возраста [2]. Существует мнение, что неосложненных переломов позвоночника не существует, и 50–80% пострадавших с

нестабильными компрессионными переломами, у которых в момент травмы отсутствовали неврологические нарушения, через 6–8 месяцев после травмы обращаются за помощью с болевыми и неврологическими симптомами различной степени выраженности [1]. В связи с этим, использование электронейромиографии (ЭНМГ) может дополнить общую картину нарушений, связанных с переломами позвоночника.

Цель – объективизация характера и степени выраженности неврологических нарушений при неосложненных переломах позвоночника.

На базе УНИИТО им. В.Д. Чаклина было проведено лечение 25 больных с переломами позвонков нижнегрудной и поясничной локализации типа В по классификации АО/ASIF без неврологических нарушений. Средний срок поступления в стационар составил 26 суток. Методы исследования включали рентгенографию в стандартных проекциях, рентгеноконтрастные исследования, магнито-резонансную томографию (МРТ) и ЭНМГ. Особое внимание уделялось исследованию скрытых спинномозговых нарушений и степени их выраженности у тех больных с переломами позвоночника, у которых при клиническом обследовании не выявлялись какие-либо неврологические расстройства. Распределение по величине угла клиновидности тела компримированного позвонка не имело решающего значения при определении тяжести проявления неврологических нарушений. Средний показатель угла клиновидной деформации тела сломанного позвонка составил $26 \pm 1,25^\circ$. Величины подвывиха вышележащего позвонка и ретролистеза тела сломанного позвонка составили $8 \pm 0,9^\circ$ и $5 \pm 1,2^\circ$. У всех больных с переломами позвоночника без неврологических нарушений были выявлены вертебро-медиальный конфликт 1–4-й степени, признаки ушиба конуса и эпиконуса спинного мозга, постравматического спинального арахноидита и миелопатии. Данные рентгенологического обследования коррелировали с показателями ЭНМГ, свидетельствующими о нарушениях исследуемых нервов по аксональному типу. Определяли снижение М-ответа мышц стопы, иннервируемых малоберцовым и большеберцовым нервами до 2–3 мВ (норма – 5 мВ) при неизменной скорости проведения импульса.

Всем больным был выполнен внутренний транспедикулярный остеосинтез позвоночника с коррекцией деформации внешней репозиционной системой. В результате были устранены смещение тела сломанного позвонка, подвывих вышележащего позвонка, кифотическая деформация позвоночника, что позволило достичь восстановления формы позвоночного канала и эффективной декомпрессии его содержимого. В ряде случаев давность повреждения явилась показанием к выполнению открытой декомпрессии содержимого позвоночного канала.

В динамике сделано 39 ЭНМГ-исследований невральных и спинальных ответов в следующие сроки:

1 группа (16 человек) – через 14 дней после операции;

2 группа (9 человек) – через 2–2,5 месяца после операции;

3 группа (7 человек) – через 6–8 месяцев после операции;

4 группа (7 человек) – более 1 года после операции.

ЭНМГ проводилась с помощью электронной миографа «Нейромиан» фирмы «Медиком» (г. Таганрог). Для изучения функционального состояния мышц и их биоэлектрической активности (БЭА) использовалась методика интерференционной электромиографии мышц стоп с обеих сторон. ЭМГ регистрировалась в условиях выполнения проб «максимальное произвольное напряжение» (2–3 попытки) и «расслабление»; тип отведения «биполярный», диаметр отводящей поверхности электродов – 8 мм. Объект тестирования – *m. flexor hallucis brevis*, *m. extensor digitorum brevis*. Проводилась идентификация структурного типа ЭМГ (I–IV типы по Ю.С. Юсевич) [4], определяли выраженность асимметрии между сторонами, вычисляли коэффициент асимметрии (КА). В норме КА между сторонами не превышал 1,25. При КА менее 2 асимметрию считали умеренной, более 2 – выраженной.

Для исследования функций периферических нервов нижних конечностей, большеберцовых и малоберцовых, использованы методики стимуляционной ЭМНГ, вызванных потенциалов (М-ответы). Анализировали параметры: концевые и резидуальные латентности, амплитуда и площадь М-ответов, скорость проведения импульса (СПИ).

Для изучения нарушений на уровне пояснично-крестцового сплетения применены методики «поздних ответов» Н-рефлексов и F-волн, которые позволяют провести диагностику самых проксимальных отделов нервов (на уровне сегментов L4-L5 – *n. peroneus*; S1-S2 – *n. tibialis*). Параметры моносинаптического Н-рефлекса и центрального F-ответа являются отражением сбалансированного взаимодействия нисходящих супраспинальных и восходящих афферентных влияний на сегментарные процессы и объективно отражают изменения, происходящие на уровне пояснично-крестцового сплетения. Анализ данных ЭНМГ больных с травмой позвоночника был проведен по трем уровням НМА: мышцы, периферические нервы, корешковые ответы. Рассчитывался процент встречаемости исследуемых параметров к общему числу наблюдений по группам.

Функциональное состояние периферических нервов исследовалось методом вызванных потенциалов (М-ответов). В норме на аппарате «Нейромиан» были определены границы нор-

мальных параметров ЭНМГ *n. tibialis*, *n. peroneus*. Основные показатели при стимуляции большеберцовых нервов в области голеностопных суставов: амплитуда М-ответов 10–12 мВ, его площадь – 20–25 мВ×мс, резидуальная латентность – менее 4 мс. Основные показатели при стимуляции малоберцовых нервов в области голеностопных суставов: амплитуда М-ответов 3–6 мВ, его площадь – 10–15 мВ×мс, резидуальная латентность – менее 3 мс. СПИ по нижним конечностям в норме должна быть более 40 м/с.

F-волны представляют собой поздний ответ мышцы, вызванный возвратным разрядом альфа-мотонейронов в ответ на антидромную волну возбуждения, возникающую в их аксонах при раздражении периферического нерва. F-волна является результатом активности целого мотонейронного пула передних рогов спинного мозга. Исследуемые параметры: латентность, амплитуда F-волн, процентное соотношение амплитуд F-волн и М-ответов, нереализованные волны (блоки). Методика регистрации волн стандартная – серии из 20 импульсов. При этом реагирует целый пул мотонейронов на уровне передних рогов, и ответы F-волн получают вариабельными.

Существует достаточно много литературных источников, в которых описаны способы трактовки результатов. Наш подход к анализу результатов был следующим: зная интервал средних амплитуд F-волн и границы разброса нормы (от min до max), можно сделать заключение об общей повышенной (гипервозбудимость) или сниженной (гиповозбудимость) возбудимости всего пула мотонейронов на уровне корешков, вызванной «перераздражением» или дистрофическими процессами на уровне сплетения.

При оценке F-волн ЭНМГ на большой выборке людей (более 400 человек) было проведено определение степени возбудимости эфферентных волокон на уровне пояснично-крестцового сплетения с учетом формы и амплитуд F-волн и количества блоков проведения:

– норма – амплитуды F-волны *n. tibialis*: med – 200–300 мкВ, max – до 700 мкВ; F-волны *n. peroneus*: med – 100–200 мкВ, max – до 300 мкВ;

– гипервозбудимость пула мотонейронов – амплитуды F-волны *n. tibialis*: med – 400–500 мкВ, max – до 1100 мкВ и выше; *n. peroneus*: med – 200–250 мкВ, max – до 600 мкВ и выше;

– гиповозбудимость пула мотонейронов – F-волны *n. tibialis*: med – менее 200 мкВ и ниже, F-волны *n. peroneus*: med – менее 100 мкВ и ниже.

Параметры суммарной миографии мышц стоп можно рассматривать в качестве интегральной оценки, характеризующей состояние всех компонентов системы «пояснично-крест-

цовое сплетение – передние корешки – двигательные волокна периферических нервов – мышцы». Показано, что частичное нарушение функционирования любого из элементов этой цепи влечет за собой нарушение работы всех структур, следствием чего является снижение амплитуды (мкВ) и частоты (Гц) БЭА мышц стоп. В настоящем исследовании проведена дифференциация результатов ЭМГ по 2 градациям: норма (I тип ЭМГ, КА<2) и патология (II тип ЭМГ, КА>2). Подсчет нормы и патологии выполнен в процентном соотношении от количества пациентов по каждой группе (табл. 1).

Таблица 1

Межгрупповые развития нормальных и патологических нейромиографических характеристик суммарной миографии мышц стоп (n=25), %

Группа	Мышцы	Норма	Патология
I	<i>m. flexor hal. brevis</i>	100	0
	<i>m. extensor dig. brevis</i>	88	12
II	<i>m. flexor hal. brevis</i>	100	0
	<i>m. extensor dig. brevis</i>	78	22
III	<i>m. flexor hal. brevis</i>	100	0
	<i>m. extensor dig. brevis</i>	100	0
IV	<i>m. flexor hal. brevis</i>	100	0
	<i>m. extensor dig. brevis</i>	83	17

Мышцы-сгибатели стоп после операции в течение всего срока наблюдения (от 2 недель до 1 года) находились в пределах нормы в 100% случаев. Они имели I тип ЭМГ и КА < 2. Выраженная асимметрия (разница амплитуд БЭА между сторонами более чем в 2 раза) зарегистрирована только в срок 2 месяца (2 группа) в 11% случаев.

Более выраженные изменения зарегистрированы у мышц-разгибателей стоп. В ранние сроки после операции I тип ЭМГ встречался в 88% случаев, II тип ЭМГ – в 12%. Выраженная асимметрия зафиксирована также в 12%. Через 2 месяца частота встречаемости II типа ЭМГ увеличилась и составила 22% случаев, КА<2. К 6 месяцам после операции функция мышц стоп полностью нормализовалась в 100% случаев. К 1 году после травмы вновь было зарегистрировано появление патологических типов ЭМГ (II тип) мышц-разгибателей стопы и выраженной асимметрии в 17% случаев.

У больных с неосложненными переломами позвоночника при ЭНМГ периферических нервов имелись свои особенности. Неврологических нарушений при клиническом осмотре у этих пациентов не было выявлено, но при углубленном ЭНМГ-обследовании были

обнаружены субклинические, «скрытые» нейропатии. М-ответы периферических нервов были умеренно снижены и составляли 60–80% от нормы. Результаты ЭНМГ вызванных потенциалов при стимуляции *n. tibialis et n. peroneus* в области голеностопных суставов обследованных больных разделены на 2 градации (норма и патология) (табл. 2).

Таблица 2
Результаты электронейромиографии периферических нервов при неосложненных переломах позвоночника (n=25), %

Группа	Нервы	Норма	Нейтопатии
I	<i>n. tibialis</i>	76	24
	<i>n. peroneus</i>	62	38
II	<i>n. tibialis</i>	89	11
	<i>n. peroneus</i>	56	44
III	<i>n. tibialis</i>	71	29
	<i>n. peroneus</i>	71	29
IV	<i>n. tibialis</i>	100	0
	<i>n. peroneus</i>	67	33

Через 14 дней после операции нормальные М-ответы при стимуляции *n. tibialis* зафиксированы в 76% случаев. Умеренные аксонопатии *n. tibialis* были диагностированы в 24% случаев: в 12% – односторонняя и в 12% – двухсторонняя нейропатия большеберцового нерва. Латентности и СПИ находились в границах нормы.

Нормальные М-ответы *n. peroneus* зарегистрированы в 62% случаев. Умеренная аксонопатия этих нервов была диагностирована в 38% случаев: по 19% – односторонняя и двухсторонняя. В 10% было отмечено увеличение резидуальной латентности больше нормы (более 4 м/с). СПИ оставалась в пределах нормы.

Через 2 месяца наблюдалось увеличение нормальных М-ответов *n. tibialis* в 89% случаев, умеренная нейропатия – в 11%. К 1 году после операции произошла полная нормализация функций *n. tibialis* в 100% случаев.

При исследовании *n. peroneus* прослеживается иная динамика восстановления. К 2 месяцам после операции количество случаев умеренных нейропатий даже несколько увеличивается до 44%. В полгода их становится в 1,5 раза меньше – 29%. Через 1 год после операции зафиксировано 67% случаев нормы и 33% – умеренной аксонопатии. Латентности и СПИ в наблюдаемый период находились в границах нормы. По результатам ЭНМГ, функции мышц нижних конечностей больных с неосложненными переломами позвоночника после операции чаще всего (80–90%) оставались в норме, что соответство-

вало заключению при клиническом обследовании невролога. В ранние сроки после операции в 30–40% случаев была зафиксирована субклиническая, «скрытая» умеренная нейропатия периферических нервов, чаще малоберцовых. Через 1 год после операции происходила полная нормализация функций *n. tibialis* у всех пациентов. Умеренная нейропатия *n. peroneus* сохранялась и через 1 год у каждого третьего больного (33% случаев).

Для оценки функционального состояния проксимальных отделов нервов на уровне передних корешков проводилась методика «поздних ответов». Проведенные раньше ЭНМГ-исследования позволили определить верхние и нижние границы нормы амплитуд F-волны на данном аппарате. В проксимальных отделах *n. tibialis* (уровень сегментов S1-S2) в норме средняя амплитуда составила 200–300 мкВ, максимальная – до 700 мкВ. В проксимальных отделах *n. peroneus* (уровень сегментов L4-L5) средняя амплитуда составила 100–200 мкВ, максимальная – до 300 мкВ. Наличие выраженной асимметрии, повышенное соотношение F/M (>5%), увеличенное количество «нереализованных» волн (блоков), особенно при стимуляции *n. peroneus* (блоки в норме до 20%), также указывало на наличие патологии.

У больных с неосложненными переломами латентность F-волны оставалась в границах нормы (40–50 мс). Изменения наблюдались по форме и амплитуде F-волн и блокам их проведения (нереализованные F-волны).

Частота встречаемости разных типов возбудимости мотонейронов приведена в таблице 3.

Таблица 3
Типы возбудимости мотонейронов с уровня пояснично-крестцового сплетения (n=25), %

Группа	Проксимальные отделы нервы	Норма	Гипервозбудимость	Гиповозбудимость
I	<i>n. tibialis</i>	19	50	31
	<i>n. peroneus</i>	38	50	12
II	<i>n. tibialis</i>	34	33	33
	<i>n. peroneus</i>	11	67	22
III	<i>n. tibialis</i>	0	71	29
	<i>n. peroneus</i>	29	58	14
IV	<i>n. tibialis</i>	17	33	50
	<i>n. peroneus</i>	33	33	34

Через 14 дней после операции при обследовании проксимальных отделов большеберцовых нервов (уровень сегментов S1-S2) в пределах нормы ответы были лишь у 19% больных. В

50% случаев было отмечено повышение возбудимости пула мотонейронов, из них в 19% одностороннее, в 31% – двухстороннее. В 31% случаев отмечено снижение амплитуд ответов (19% случаев односторонних и 12% двухсторонних). Блоков проведения зарегистрировано не было, что соответствует норме.

Через 2 месяца и до полугода количество волн со сниженными амплитудами почти не менялось (33% и 29% случаев). В срок 2 месяца почти в 2 раза увеличилось количество пула волн с нормальными амплитудами – 34%. К полугоду вновь наблюдалось увеличение гипервозбудимости пула мотонейронов на этом уровне сегментов – до 71%. Через 1 год после операции происходит общее снижение возбудимости пула эфферентных волокон. В этот срок в 50% случаев отмечено появление низкоамплитудных ответов. Норма зафиксирована в 17% случаев, гипервозбудимость – в 33%.

СПИ менялась незначительно. В ранние сроки после операции отмечено умеренное снижение СПИ (в среднем 38 м/с) почти у половины пострадавших – 56%, норма – в 44% случаев. В дальнейшем в течение всего времени наблюдения происходила все большая нормализация этого показателя. Через 2 месяца умеренное снижение СПИ найдено у каждого третьего пациента (33%), через полгода – у 14%, через 1 год – у 17%.

В проксимальных отделах *n. peroneus* (уровень сегментов L4-L5) через 14 дней после операции также чаще всего отмечена гипервозбудимость пула мотонейронов – в 50% случаев. В 38% показатели F-волн находились в пределах нормы, в 12% – снижены. В сроки от 2 месяцев до полугода после операции повышенная возбудимость эфферентных волокон встречалась еще чаще (67% и 58% соответственно). К 1 году после травмы происходило значительное торможение на уровне сегментов L4-L5, которое выражалось снижением гипервозбудимых мотонейронов с повышенными амплитудами волн (до 33%). Норма и низкоамплитудные волны зафиксированы в 33% случаев. Показателен анализ нереализованных F-волн (блоков) в динамике всего срока наблюдения. В норме допустимо не более 20% блоков в серии.

С ранних сроков до полугода после операции их количество уменьшалось: через 2 недели – 44% случаев, 2 месяца – 33%, 6 месяцев – 14%. Это соответствовало динамике общей повышенной активности всего пула мотонейронов в эти сроки. Через 1 год после травмы отмечена более частая встречаемость блоков проведения (67% случаев).

Через полгода после операции происходил пик активности эфферентных мотонейронов,

который к году после травмы значительно снижался на уровне пояснично-крестцового сплетения (уровень сегментов L4-S2), что проявлялось увеличением блоков проведения F-волн при стимуляции *n. peroneus*, снижением активности всего пула мотонейронов, которое выражалось появлением низкоамплитудных волн и блоков проведения. Клинически это проявлялось в умеренной слабости мышц разгибателей стоп, что подтверждается ЭМГ: через 1 год в 17% случаев наблюдался II тип ЭМГ *m. extensor digitorum brevis* и выраженная асимметрия, в 33% случаев – признаки умеренной нейропатии *n. peroneus*. Показатели ЭНМГ *n. tibialis* и иннервированных им мышц к 1 году наблюдения после операции достигали нормы.

Состояние афферентных волокон большеберцовых нервов этой группы больных в разные сроки исследовалось при изучении H-рефлексов. Регистрация H-рефлексов позволяла судить о сохранности элементов моносинаптической рефлекторной дуги при стимуляции *n. tibialis* в подколенной ямке и степени возбудимости его афферентных волокон на уровне сегментов L5-S1. С помощью регистрации H-рефлексов с *m. gastrocnemius cap. lat.* по соотношению максимального H-ответа к максимальному M-ответу, выраженных в процентах по сравнению с нормой (11 – 26%). Такой подход позволял характеризовать уровень спастичности и нарушения тормозного контроля спинальных мотонейронов со стороны супраспинальных моторных центров (табл. 4). У больных с неосложненными переломами позвоночника чаще всего зафиксированы двухсторонне повышенные H-рефлексы: через 2 недели – в 69% случаев, 2 месяца – 66%, 6 месяцев – 71%, через 1 год – 81% случаев. Признаки супраспинальных нарушений к 1 году после травмы увеличивались, причем доля выраженных изменений, когда соотношение H/M более 0,700 возрастало со временем: 38% случаев, 33%, 43%, 50% соответственно по срокам. У пациентов с переломами позвоночника без неврологического статуса в 66–83% случаев наблюдались признаки двухстороннего супрасегментарного нарушения, которое сохранялось до года после операции.

Выводы

1. У больных с неосложненными переломами позвоночника в нижнегрудном-поясничном отделах отмечена полностью сохранная функция мышц-сгибателей стоп во время всего периода реабилитации после операции (до 1 года). У мышц-разгибателей стоп в ранние сроки (до 2 месяцев) в 12–22% случаев присутствуют при-

наки двигательного дефицита, который исчезает к полугоду после операции и вновь выявляется через 1 год после травмы в 17% случаев.

2. В ранние сроки после операции (через 2 недели) при ЭНМГ-исследовании периферических нервов нижних конечностей у пациентов зафиксированы умеренные субклинические нейропатии *n. tibialis* в 24% случаев, *n. peroneus* – в 38%. Через 1 год после операции происходит полная нормализация функций большеберцовых нервов, а признаки «скрытых» нейропатий малоберцовых нервов выявлены в 33% случаев.

3. На уровне пояснично-крестцового сплетения через 2 недели после операции чаще всего (50%) были отмечены признаки гипервозбудимости пула мотонейронов, которые нарастали к полугоду после операции. Через год на уровне сплетения, наоборот, были выявлены признаки дефицита возбудимости эфферентных волокон, более выраженного на уровне сегментов L4-L5.

4. При исследовании рефлекторной активности нижних конечностей у пациентов с неосложненными переломами позвоночника чаще всего (70–80%) зарегистрированы двухсторонние супрасегментарные нарушения по типу по-

вышенной возбудимости афферентных волокон на уровне L5-S1.

5. При выявлении у пациентов с неосложненными переломами позвоночника неврологического дефицита по периферическому типу показано проведение электростимуляции мышц нижних конечностей в ранние сроки и через 1 год с момента травмы.

Литература

1. Николаев, С.Г. Анализ параметров F-волны в оценке функционального состояния нейромоторного аппарата : дис. ... канд. мед. наук / Николаев С.Г. – Владимир, 2001. – 124 с.
2. Николаев, С.Г. Нормальные параметры F-волн при регистрации нижних конечностей / С.Г. Николаев, А.Н. Арифулин // Клинические нейронауки: нейрофизиология, неврология, нейрохирургия. – Ялта – Гурзуф, 2004. – С. 54–56.
3. Шейн, А.П. Методы диагностики и электростимуляционной терапии в комплексной реабилитации больных со свежей и застарелой травмой позвоночника и спинного мозга / А.П. Шейн, Г.А. Криворучко, Н.А. Чухарева. – Курган, 2001. – 21 с.
4. Юсевич Ю.С. Очерки по клинической электромиографии / Ю.С. Юсевич. – М.: Медицина, 1972. – 128 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Томилов Анатолий Борисович – к.м.н. заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 1;

Зубарева Татьяна Владимировна – к.м.н. научный сотрудник лаборатории компьютерных технологий и биомеханики;

Кузнецова Наталия Львовна – д.м.н. профессор, заместитель директора по научной работе

e-mail: knl@bk.ru.