

Е.Г. Ипполитова<sup>1</sup>, Т.К. Верхозина<sup>1,2</sup>, З.В. Кошкарёва<sup>1</sup>, В.А. Сороковиков<sup>1,2</sup>, Н.И. Арсентьева<sup>1</sup>

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У ПАЦИЕНТОВ СО СТЕНОЗОМ ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА НА ПОЯСНИЧНОМ УРОВНЕ

<sup>1</sup> ФГБУН «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Иркутск, Россия

<sup>2</sup> ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, Иркутск, Россия

При анализе нейромиографических показателей пациентов с центральным стенозом позвоночного канала установлено, что клиническим проявлениям стеноза соответствует выраженное снижение электронейромиографических параметров, что дает представление о функциональном торможении мотонейронов вследствие рефлекторных нарушений. Полученные данные позволяют клиницистам разработать адекватную, патогенетически обоснованную схему лечения больных со стенозами позвоночного канала.

**Ключевые слова:** стеноз позвоночного канала, электронейромиография, М-ответ, Н-рефлекс

## EVOKED POTENTIALS IN PATIENTS WITH LUMBAR SPINE STENOSIS

E.G. Ippolitova<sup>1</sup>, T.K. Verhozina<sup>1,2</sup>, Z.V. Koshkareva<sup>1</sup>, V.A. Sorokovikov<sup>1,2</sup>, N.I. Arsenteva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russia

As the results of complex examination of patients with compressive syndromes accompanied by spinal stenosis we determined main factors and types of compression of spinal cord roots. We analyzed electroneuromyography of 64 patients who had in their anamnesis osteochondrosis of the 2–3<sup>rd</sup> gestation period complicated with diskogenic lumbosacral radiculitis with clinical and neurological manifestation and pain syndrome of different severity level. It was established that demyelination is accompanied with segmental disorders expressed in the deficiency of supraspinal and suprasegmental influences that manifested as a result of ischemic process of conduction tract of spinal cord at the stenosis. Decrease of the range of reflex response (H-reflex) and afterpotential (F-wave) or their fallback is possibly connected with hypostasis of the root without its local demyelination. Increase of latent period of H-reflex and F-response and also band broadening of the rate of conduction of excitation correspond to the moderate changes at the pathology of proximal segment of the nerve that is the sign of local demyelination of the root at the absence of peripheral axonopathy. Expressed disorders correspond to the dissociation of impulse conduction velocity on the proximal segment and to the signs of axonal neuropathy of distal segment of neuromotor apparatus. Thus, the changes of such electroneuromyographic indices as impulse conduction velocity and inflammability that correspond to the manifestations of L-spinal stenosis of are caused by the compression of roots and their vessels both on injured and intact limb with development of their ischemia. Rate of conduction of excitation significantly decreases at demyelinating processes caused by stenosis. Obtained data allows the clinicians to develop adequate and pathogenetically caused scheme of treatment of patients with spinal stenosis.

**Key words:** spinal stenosis, electroneuromyography, M-response, H-reflex

В клинике ИНЦХТ проводилось комплексное обследование и лечение больных с компрессионными синдромами, сопровождавшимися стенозом позвоночного канала. Комплексное обследование включало клинический осмотр, методы лучевой диагностики (МРТ) и электронейромиографические (ЭНМГ) методы, что позволило определить основные факторы и виды компрессии корешков спинного мозга и разработать адекватную, патогенетически обоснованную схему лечения [6].

По данным электронейромиографических исследований, проведенных с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан», проанализированы показатели 64 пациентов с центральным стенозом позвоночно-двигательного сегмента поясничного отдела. Из них 80 % обследованных (50 человек) составили лица женского пола и 20 % (14 человек) – лица мужского пола. У 44 пациентов выявлено сочетание центрального стеноза и грыж дисков различной локализации. Возрастной диапазон обследованных варьировал от 32 до 70 лет. В анамнезе у всех больных был остеохондроз (2–3-й период развития), осложненный

дискогенным пояснично-крестцовым радикулитом с клиническими и неврологическими проявлениями.

Болевой синдром разной степени тяжести выявлен у всех обследованных пациентов с компрессионными синдромами. По временным факторам болевого синдрома выделяли:

- острый период (до 1 мес.) – наблюдались спонтанные боли или боли в покое (5 пациентов (7,8 %));
- подострый период (1–3 мес.) – боли в покое исчезали и оставались боли, спровоцированные движением (8 пациентов (12,5 %));
- хронический болевой синдром – боли, продолжающиеся более 3 месяцев без ремиссии (51 пациент (79,6 %)).

При анализе клинических проявлений выявлено, что при стенозе позвоночного канала у всех 64 пациентов имел место синдром люмбагии или люмбоишалгии, в 75 % случаев отмечена гипотрофия мышц нижних конечностей, в 70,8 % – нарушение чувствительности в нижней конечности. Другие симптомы стеноза позвоночной артерии встречались реже (табл. 1)

По данным анализа лучевых методов диагностики, у 48 больных выявлено уменьшение сагиттального и фронтального размеров позвоночного канала (табл. 2).

Анализ данных, полученных при ЭНМГ-исследовании седалищного нерва у больных со стенозами позвоночного канала, позволил определить характер имеющихся функциональных нарушений [7].

Исследование особенностей прямой и рефлекторной возбудимости нервных стволов (параметры М-ответа и Н-рефлекса), моторной и сенсорной проводимости большеберцовой и малоберцовой ветвей седалищного нерва со стенозами позвоночного канала показали снижение возбудимости моторных волокон как на больной, так и на интактной конечности, что отразилось в повышении порога прямой возбудимости нервных стволов (до  $27 \pm 5,2$  мА – больная конечность, до  $22 \pm 4,3$  мА – интактная конечность), в сравнении с данными, полученными в контрольной группе ( $16 \pm 2,4$  мА). Амплитуда прямого мышечного ответа также была снижена с обеих сторон (до 0,6–0,8 мкВ при норме от 1,4–1,8 мкВ).

Скорость проведения импульса (СПИ) по нервам отражает состояние быстропроводящих волокон. Для большинства нервов нижних конечностей СПИ в норме составляет 40–60 м/с. При аксонных дегенерациях скорость проведения импульса снижается незначительно, хотя амплитуда М-ответа прогрес-

сивно уменьшается по мере того, как одно за другим полностью поражаются волокна [3, 4, 9, 10]. При демиелинизирующей невропатии СПИ снижается в гораздо большей степени – до 60 % от нормы. В исследованных группах больных со стенозами позвоночного канала регистрировалось снижение СПИ от 12 до 30 % от нормы (табл. 3).

Из данных таблицы видно, что скорость распространения возбуждения по участкам седалищного нерва снижена от 18 до 20 %. Возбудимость нервных волокон, как прямая, так и рефлекторная, достоверно ниже нормы, причем абсолютные показатели возбудимости повышены на обеих конечностях.

Применение метода моносинаптического тестирования (определение параметров Н-рефлекса) в клинике позволяет как выявить субклинические формы органических выпадений на уровне сегментарно-периферического аппарата, так и оценить изменения нисходящих влияний при различных формах патологии нервной системы [11].

Параметры моносинаптического Н-рефлекса и центрального F-ответа являются отражением сбалансированного взаимодействия нисходящих супраспинальных и восходящих афферентных влияний на сегментарные процессы [11, 12].

Учитывая тот факт, что в механизме формирования диско-радикулярного конфликта большое значение имеет состояние кровотока в венах эпидурального сплетения, ведущим фактором формирова-

Таблица 1

**Неврологические нарушения, выявленные при стенозе позвоночного канала**

| Симптом   | Поясничный стеноз (n = 64) |
|---|----------------------------|
| Люмбалгия, люмбоишиалгия  | 64 (100 %)                 |
| Нарушения чувствительности в нижней конечности (гипестезии, парестезии) | 45 (70,8 %)                |
| Нарушение чувствительности в аногенитальной зоне                        | 3 (4,2 %)                  |
| Парезы мышц нижней конечности   | 18 (45,8 %)                |
| Гипотрофия мышц нижней конечности                                       | 48 (75 %)                  |
| Крампи-судороги в мышцах нижней конечности                              | 5 (8,3 %)                  |
| Тазовые нарушения   | 3 (4,2 %)                  |
| Синдром КПХ   | 11 (16,7 %)                |
| Симптом натяжения (Ласега, Нери)  | 32 (50 %)                  |

Таблица 2

**Размеры позвоночного канала у больных со стенозами (n = 48)**

| Позвоночно-двигательный сегмент | Сагиттальный размер (мм) | Фронтальный размер (мм) |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| LIII–LIV                        | 12,6                     | 20,4                    |
| LIV–LV                          | 12,1                     | 22,5                    |
| LV–SI                           | 13,1                     | 22,8                    |

Таблица 3

**Электронейромиографические показатели в группах больных со стенозами позвоночного канала**

| ЭНМГ-показатель         | Больная конечность | Интактная конечность | Средняя норма |
|-------------------------|--------------------|----------------------|---------------|
| СПИ (м/с)               | $35,9 \pm 4,6$     | $35,5 \pm 4,2$       | $43 \pm 1,4$  |
| Порог возбудимости (мА) | $27,9 \pm 4,7$     | $30,8 \pm 3,9$       | $16 \pm 2,4$  |

ния компримирующей структуры является развитие стаза в венах на уровне поражения [1, 15]. При этом часто обнаруживается отек корешка и застойные явления в сопровождающих венах, что вызывает туннельные невропатии корешкового нерва. При ЭНМГ-исследовании это проявляется признаками сегментарной демиелинизации (миелинопатии) в случае рефлекторных синдромов или миелино-аксонопатии, более характерной для компрессионных синдромов. Более глубокая ишемизация корешка с формированием поражения осевого цилиндра происходит при блокаде сосудистых коллатералей в условиях нарушенных диско-радикулярных соотношений [17].

Полученные ЭНМГ-данные объективно отражали степень неврологического дефицита при компрессионных синдромах корешков спинного мозга. Демиелинизация сопровождается сегментарными расстройствами, выражающимися в дефиците супраспинальных и супрасегментарных влияний, которые проявлялись как следствие ишемизации проводящих путей спинного мозга при стенозах [16]. Как результат этого процесса происходит замедление Н- и F-ответов. По нашим данным, у 56 % больных с икроножных мышц обеих конечностей регистрировался низкоамплитудный рефлекторный ответ (Н-рефлекс); у 12 % больных Н-рефлекс регистрировался только с одной стороны и у 12 % – низкоамплитудный следовой потенциал (F-волна).

Снижение амплитуды Н-рефлексов и F-ответов или их выпадение, вероятно, связано с отеком корешка без его локальной демиелинизации. Умеренно выраженным изменениям при патологии проксимального участка нерва, по нашим данным, соответствует увеличение латентного периода Н-рефлекса и F-ответа, а также расширение диапазона скорости распространения возбуждения, что является признаком локальной демиелинизации корешка при отсутствии периферической аксонопатии. Выраженные нарушения соответствуют выраженной диссоциации CPB по проксимальному отрезку и признакам аксональной невропатии дистального отрезка нейромоторного аппарата [16].

Таким образом, изменения таких электромиографических показателей, как СПИ и возбудимость, соответствующие проявлениям стеноза позвоночного канала поясничного отдела позвоночника, обусловлены наличием компрессии корешков и их сосудов как на больной, так и на интактной конечности с развитием их ишемии. Скорость распространения возбуждения значительно снижается при демиелинизирующих процессах, вызванных стенозом позвоночного канала.

ЭНМГ-исследования у 64 больных с компрессионными синдромами включали регистрацию и анализ как вызванной, так и произвольной мышечной активности. Биоэлектрическая активность *m. gastrocnemius* и *m. tibialis anterior* регистрировалась в покое и при произвольном напряжении при помощи накожных электродов, расположенных над двигательными точками мышц, отражая особенности функционирования мышц голени (зона иннервации седалищного нерва) у пациентов со стенозами.

Оценивались средняя и максимальная амплитуда биоэлектрической активности и частота импульсации мышц сгибателей и разгибателей голени при произвольных максимальных сокращениях одновременно для обеих конечностей.

Известно, что у здорового человека каждый импульс, возникающий в мотонейроне, активирует практически все мышечные волокна двигательной единицы (ДЕ) и вызывает в них потенциалы действия. Соответственно, импульсация достигает мышцы без какой-либо трансформации, и электрическая активность мышцы (ее амплитуда и частота) зависит от количества импульсирующих мотонейронов пула и частоты их импульсации [4]. Потенциалы, возникающие в мышце, можно рассматривать как точное отражение активности мотонейронного пула. Иная картина наблюдается у людей, страдающих заболеваниями позвоночника, в частности, стенозами позвоночного канала.

При регистрации и анализе потенциалов действия, возникающих в скелетных мышцах, у больных со стенозами наблюдается исходное снижение количества активных двигательных единиц и частоты их импульсации, нарушается распределение потенциалов во времени, т. е. изменяется структура ЭМГ. Происходит урежение частоты следования осцилляций, группировка разрядов в залпы. Данные изменения были более выражены на стороне болевого синдрома, хотя и наблюдались с обеих сторон [7, 8, 13, 14]. Анализ результатов исследований позволил выделить два типа функциональных изменений, соответственно которым среди пациентов были выделены две группы. В первой группе средняя амплитуда биоэлектрической активности мышц больной конечности была значимо выше, чем в интактной. После нагрузочного теста средняя амплитуда ЭМГ-активности снизилась для больной конечности и незначительно возросла для интактной (от 12 до 24 %). Во второй группе амплитуда биоэлектрической активности мышц больной конечности была изначально достоверно снижена, после же нагрузки повысилась от 52 до 70 % (табл. 4).

С целью уточнения выраженности патологических изменений проводилось изучение изменений электрофизиологических характеристик у 15 пациентов со стенозом позвоночного канала в состоянии покоя и после физической нагрузки (маршевая проба). Больным предлагалась ходьба по лестнице (3 пролёта) в течение 10 минут. До и после пробы пациентам проводились неврологическое исследование и электромиография. У всех 64 пациентов отмечено усиление болевого синдрома: у 9 человек (60 % обследуемых) – выявлено ослабление сухожильных рефлексов на одной или двух конечностях, у 13 человек (86,7 %) – усиление выраженности симптомов натяжения, а у 6 человек (40 %) – нарастание пареза.

Данные таблицы свидетельствуют о наличии неблагоприятных признаков в организации биоэлектрической активности мышц у больных со стенозами позвоночного канала как в состоянии покоя, так и после нагрузки, причем данное состояние усугублялось после физической нагрузки.

Таблица 4

**Амплитуда биоэлектрической активности икроножной и передней большеберцовой мышц голени у больных со стенозами в покое и после нагрузки (n = 64)**

| Группа | Мышца                   | В покое            |                     | После маршевой пробы |                     |
|--------|-------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|        |                         | Больная конечность | Здоровая конечность | Больная конечность   | Здоровая конечность |
| 1      | Икроножная              | 593 ± 23,3         | 394 ± 24,2          | 529 ± 28,2           | 404 ± 20,0          |
|        | Передняя большеберцовая | 890 ± 21,6         | 117 ± 31,7          | 839 ± 26,6           | 815 ± 19,6          |
| 2      | Икроножная              | 291 ± 27,8         | 676 ± 23,7          | 505 ± 19,7           | 695 ± 21,0          |
|        | Передняя большеберцовая | 1001 ± 22,0        | 1305 ± 17,7         | 1080 ± 15,5          | 1238 ± 17,7         |

Снижение биоэлектрической активности мышц после маршевой пробы у больных 1-й группы связано, очевидно, с замедлением, а также с частичной или полной блокадой проведения возбуждения в разных структурных элементах двигательных единиц. В первую группу вошли пациенты с центральным стенозом позвоночного канала. Средний возраст пациентов в данной группе составил 60 лет, длительность заболевания – 3,5–4 года [13].

Повышение биоэлектрической активности произвольного напряжения мышц после нагрузки у больных 2-й группы происходит, по-видимому, за счет усиления эфферентной симпатической активности. Данные изменения, возникающие при поражении периферических нервов, приводят к повышению возбудимости и реактивности нейронов дорзальных рогов спинного мозга (феномен деафферентационной гиперчувствительности) и, соответственно, к растормаживанию нейронов и усилению передачи сигналов к нервно-мышечным синапсам и группе мышечных волокон [2, 5]. Во вторую группу вошли больные с сочетанием центрального стеноза и грыж межпозвоночных дисков. Средний возраст пациентов во второй группе – 46 лет, длительность заболевания – 1,5–2 года.

Клинические проявления у пациентов данных групп отличались. В первой группе ведущим клиническим синдромом является синдром каудальной перемежающейся хромоты (62 %), во второй группе этот синдром выявлен только у 16 %. Синдром люмбаго был отмечен в обеих группах, в первой он был двусторонним, во второй – односторонним.

У пациентов второй группы ведущими являются компрессионные корешковые нарушения. Болевой синдром проявился в равной мере в обеих группах.

При анализе показателей возбудимости и проводимости у больных с компрессионными синдромами после нагрузки (маршевая проба) было отмечено значимое повышение пороговых значений М-ответа при стимуляции седалищного нерва больной конечности. Проводимость моторных волокон незначительно повышалась (для большеберцовой ветви седалищного нерва) или практически не изменялась (для малоберцовой ветви). Стимуляционные пробы вызывали снижение амплитуды Н-рефлекса, что объясняется более выраженным проявлением тормозящих нисходящих влияний вследствие дефицита возбуждающих.

Полученные изменения могут свидетельствовать о том, что при физической нагрузке происходит

компрессия корешков и сосудов рубцовой тканью с развитием их ишемии [10], что подтверждается объективными данными, полученными при неврологическом и электронейромиографическом исследованиях.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суммируя данные ЭНМГ-исследований, можно заключить, что у больных со стенозами позвоночного канала:

- прямая и рефлекторная возбудимость периферических нервов снижена как на больной, так и на интактной конечности, что отразилось в повышении порога прямой возбудимости и снижении амплитуды М-ответа;
- скорость распространения возбуждения по участкам седалищного нерва снижена на 18–20 %, что характерно для поражений корешков спинного мозга и спинальных мотонейронов;
- снижение амплитуды Н-рефлекса, уменьшение кривой рекрутирования выявляет поражение быстропроводящих чувствительных 1а-волокон, реализующих рефлекторный ответ;
- уровень снижения соотношения Н/М указывает на степень выключения данных волокон из рефлекторной дуги, что коррелирует со степенью снижения ахиллова рефлекса;
- повышение порога Н-рефлекса относительно порога возникновения М-ответа дает представление о функциональном торможении мотонейронов вследствие рефлекторных нарушений (болевые синдромы);
- парадоксальное повышение амплитуды вызванного потенциала и снижение порога возбудимости, регистрируемое у части пациентов, связано с умеренными и обратимыми изменениями функционального состояния.

Клиническим проявлениям стеноза позвоночного канала соответствует выраженное снижение электронейромиографических параметров, что дает представление о функциональном торможении мотонейронов вследствие рефлекторных нарушений. Полученные данные позволяют клиницистам разработать адекватную, патогенетически обоснованную схему лечения больных со стенозами позвоночного канала.

Стеноз позвоночного канала поясничного отдела позвоночника играет значительную роль в генезе болевого синдрома при пояснично-крестцовых радикулопатиях. Клинические проявления его представ-



лены болевым синдромом, нейродистрофическими и вегетососудистыми расстройствами, которые часто субкомпенсированы, но отрицательно влияют на качество жизни больного.

# ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Афонин Д.Н., Афонин П.Н. Допплерографическое исследование кровотока в сегментарных артериях при стенозе позвоночного канала // Вестник новых медицинских технологий. – 2001. – № 4. – С. 75–77.

Afonin DN, Afonin PN (2001). Dopplerographic research of blood flow in segmental arteries at spinal stenosis [Dopplerograficheskoe isledovanie krovotoka v segmentarnykh arteriyah pri stenoze pozvonochnoho kanala]. *Vestnik novykh medicinskih tekhnologij*, 4, 75–77.

2. Бадалян Л.О., Скворцов И.А. Клиническая электронейромиография: Руководство для врачей. – М.: Медицина. 1986. – 365 с.

Badalyan LO, Skvortsov IA (1986). Clinical electro-neuromyography: Manual for physicians [Klinicheskaja jelektronejromiografija: Rukovodstvo dlja vrachej], 365.

3. Байкушев С., Манович З.Х., Новикова В.П. Стимуляционная электромиография и электронейрография в клинике нервных болезней. – М.: Медицина, 1974. – 144 с.

Baikushev S, Manovich ZH, Novikova VP (1974). Stimulation electromyography and electroneurography in neuropathology clinic [Stimuljacionnaja jelektromiografija i jelektronejrografija v klinike nervnyh boleznej], 144.

4. Боер В.А., Полищук А.В. Методы диагностики вертеброгенных нейрокомпрессионных поражений (обзор литературы) // Украинский нейрохирургический журнал. – 2003. – № 4. – С. 16–22.

Boer VA, Polishchuk AV (2003). Methods of diagnostics of vertebrogenic neurocompressive injuries (review of literature) [Metody diagnostiki vertebrogennyh nejro-kompressionnyh porazhenij (obzor literatury)]. *Ukrainskij nejrohirurgicheskij zhurnal*, 4, 16–22.

5. Болгов М.А., Зенков Л.Р., Яхно Н.Н. Соматосенсорные вызванные потенциалы при болевых вертеброгенных синдромах пояснично-крестцовой локализации // Неврологический журнал. – 2000. – № 3. – С. 24–28.

Bolgov MA, Zenkov LR, Yakhno NN (2000). Somatosensory evoked potentials at pain vertebrogenic syndromes of lumbosacral localization [Somatosensornye vyzvannye potencijaly pri bolevykh vertebrogennyh sindromah pojasnichno-krestcovej lokalizacii]. *Nevrologicheskij zhurnal*, 3, 24–28.

6. Верхозина Т.К., Сороковиков В.А., Скляренко О.В., Ипполитова Е.Г. Диагностика и рефлексотерапия болевых синдромов при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН, 2011. – 139 с.

Verkhozina TK, Sorokovikov VA, Sklyarenko OV, Ippolitova EG (2011). Diagnostics and reflexotherapy of pain syndromes at lumbar osteochondrosis [Diagnostika i refleksoterapija bolevykh sindromov pri osteohondroze pojasnichnogo otdela pozvonochnika], 139.

7. Ипполитова Е.Г., Кошкарева З.В., Скляренко О.В., Горбунов А.В. Особенности клиники и диагностики у

больных с послеоперационным рубцово-спаечным эпидуритом и стенозами позвоночного канала // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – № 6. – С. 102–105.

Ippolitova EG, Koshkareva ZV, Sklyarenko OV, Gorbunov AV (2009). Peculiarity of clinic and diagnostics in patients with postoperative cicatricial-commissural epiduritis and spinal stenosis [Osobennosti kliniki i diagnostiki u bol'nyh s posleoperacionnym rubcovo-spaechnym jepiduritom i stenoziyami pozvonochnoho kanala]. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*, 6, 102–105.

8. Ипполитова Е.Г., Скляренко О.В. Использование ЭНМГ-показателей для выбора тактики лечения больных с послеоперационным рубцово-спаечным эпидуритом // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2008. – № 4. – С. 20–22.

Ippolitova EG, Sklyarenko OV (2008). Using electroneuromyographic indices for choosing the tactics of treatment of patients with postoperative cicatricial-commissural epiduritis [Ispol'zovanie ENMG-pokazatelej dlja vybora taktiki lechenija bol'nyh s posleoperacionnym rubcovo-spaechnym jepiduritom]. *Bulleten' VSNC SO RAMN*, 4, 20–22.

9. Касаткина Л.Ф., Гехт Б.М. Значение электромиографии в оценке состояния двигательных единиц скелетных мышц человека при поражении периферического нейромоторного аппарата // Журнал невропатологии и психиатрии. – 1988. – № 4. – С. 34–39.

Kasatkina LF, Gekht BM (1988). Significance of electromyography in the assessment of state of motor units of skeletal muscles at the damage of peripheral neuromotor apparatus [Znachenie jelektromiografii v ocenke sostojanija dvigatel'nyh edinic skeletnyh myshc cheloveka pri porazhenii perifericheskogo nejromotornogo apparata]. *Zhurnal nevropatologii i psixiatrii*, 4, 34–39.

10. Коуэн Х., Брумлик Дж. Руководство по электромиографии и электродиагностике: пер. с англ. – М.: Медицина, 1975. – 192 с.

Cohen H, Brumlik J (1975). Manual of electromyography and electrodiagnostics [Rukovodstvo po jelektromiografii i jelektradiagnosti], 192.

11. Николаев С.Г. Практикум по клинической электромиографии. – Иваново: ИГМА, 2003. – 264 с.

Nikolaev SG (2003). Case study on clinical electromyography [Praktikum po klinicheskoy jelektromiografii], 264.

12. Санадзе А.Г., Касаткина Л.Ф. Клиническая электромиография. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 63 с.

Sanadze AG, Kasatkina LF (2007). Clinical electromyography [Klinicheskaja jelektromiografija], 63.

13. Скляренко О.В., Сороковиков В.А., Кошкарева З.В., Ипполитова Е.Г. Иглорефлексотерапия в комплексном лечении больных с послеоперационным рубцово-спаечным эпидуритом в поясничном отделе позвоночника // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 88, № 5. – С. 44–47.

Sklyarenko OV, Sorokovikov VA, Koshkareva ZV, Ippolitova EG (2009). Acupuncture in the complex treatment of patients with postoperative cicatricial-commissural epiduritis in lumbar spine [Iglerefleksoterapija v kompleksnom lechenii bol'nyh s posleoperacionnym rubcovo-spaechnym jepiduritom v pojasnichnom otdele]

pozvonochnika]. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*, 88 (5), 44-47.

14. Цысляк Е.С., Ипполитова Е.Г, Сороковиков В.А., Горбунов А.В., Кошкарева З.В., Брюханов В.Г. ЭМГ-критерии выраженности патологических изменений у больных со стенозами позвоночного канала // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – № 5. – С. 143–145.

Tsyslyak ES, Ippolitova EG, Sorokovikov VA, Gorbunov AV, Koshkareva ZV, Brukhanov VG (2010). Electromyographic criteria of intensity of pathological changes in patients with spinal stenosis [EMG-kriterii vyrazhennosti patologicheskikh izmenenij u bol'nyh so

stenozami pozvonochного канала]. *Bjulleten' VSNC SO RAMN*, 5, 143-145.

15. Cinotti G, de Santis P, Nofroni I, Postacchini F (2002). Stenosis of lumbar intervertebral foramen: anatomic study on predisposing factors. *Spine*, 1, 27 (3), 223-229.

16. Inui Y, Doita M, Ouchi K, Tsukuda M et al. (2004). Clinical and radiologic features of lumbar spinal stenosis and disc herniation with neuropathic bladder. *Spine*, 14, 29 (8), 869-873.

17. Jane JA Jr, di Pierro CG, Helm GA, Shaffrey CI et al. (1997). Acquired lumbar stenosis: topic review and a case series. *Neurosurg. Focus*, 15, 3 (2), e6.

#### Сведения об авторах Information about the authors

**Ипполитова Елена Геннадьевна** – научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии Иркутского научного центра хирургии и травматологии (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1; тел.: 8 (3952) 29-03-81; e-mail: elenaipolitova@mail.ru)

**Ippolitova Elena Gennadjevna** – Scientific Officer of Clinical Research Department of Neurosurgery of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology (664003, Irkutsk, ul. Bortsov Revolutsii, 1; tel.: +7 (3952) 29-03-81; e-mail: elenaipolitova@mail.ru)

**Верхозина Татьяна Константиновна** – кандидат медицинских наук, заведующая отделением функциональных методов диагностики и лечения Иркутского научного центра хирургии и травматологии, доцент кафедры рефлексотерапии и косметологии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования

**Verkhovina Tatyana Konstantinovna** – Candidate of Medical Sciences, Head of the Unit of Functional Methods of Diagnostics and Treatment of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Assistant Professor of the Department of Reflexotherapy and Cosmetology of Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education

**Кошкарева Зинаида Васильевна** – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии Иркутского научного центра хирургии и травматологии

**Koshkareva Zinaida Vasilyevna** – Candidate of Medical Sciences, Leading Research Officer of Clinical Research Department of Neurosurgery of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology

**Сороковиков Владимир Алексеевич** – доктор медицинских наук, профессор, врио директора Иркутского научного центра хирургии и травматологии, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования

**Sorokovikov Vladimir Alekseevich** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Acting Director of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedy and Neurosurgery of Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education

**Арсентьева Наталия Ивановна** – кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь Иркутского научного центра хирургии и травматологии

**Arsentieva Natalia Ivanovna** – Candidate of Biological Sciences, Docent, Academic Secretary of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology