

## Электронеуромиографические показатели у больных со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне

Ипполитова Е.Г.<sup>1</sup>, Дамдинов Б.Б.<sup>1</sup>, Кошкарева З.В.<sup>1</sup>, Верховзина Т.К.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, Россия);

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100, Россия)

Автор, ответственный за переписку: Дамдинов Баир Батыевич, e-mail: iscst@mail.ru

### Резюме

Одной из основных причин болевого синдрома в шейном отделе позвоночника, вызывающей развитие неврологического дефицита, является стенозирующий процесс позвоночного канала с компрессией сосудисто-нервных структур. Для определения тактики лечения, прогнозирования последствий заболевания большое значение приобретает своевременная диагностика функционального состояния нервов шейного отдела позвоночника, наряду с рентгенографией и МРТ, является электронеуромиография (ЭНМГ). В основу анализа взяты 35 пациентов со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне, из них мужчин – 17, женщин – 18, средний возраст пациентов составил  $47,7 \pm 9,9$  года.

**Результаты исследований.** При исследовании изменений функционального состояния подкрыльцового, лучевого, локтевого и срединного нервов при стенозирующих процессах отмечено однонаправленное отклонение всего комплекса ЭНМГ-показателей конечности с болевым синдромом и контрлатеральной конечности. Регистрируется снижение амплитуды максимальных М-ответов ввиду поражения периферического мотонейрона и дегенерации аксона. Избирательное поражение медленнопроводящих переднероговых мотонейронов не вызывает снижения скорости проведения импульса за счёт демиелинизации. Двусторонние изменения поздних электронеуромиографических феноменов (F-волна), возможно, вызваны общей реакцией периферической и центральной нервной системы.

**Заключение.** У пациентов со стенозирующим процессом шейного отдела позвоночника с выраженными клиническими проявлениями показатели ЭНМГ могут быть использованы как для определения показаний к хирургическому лечению, так и для оценки динамики изменений в послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** стеноз позвоночного канала, электронеуромиография

**Для цитирования:** Ипполитова Е.Г., Дамдинов Б.Б., Кошкарева З.В., Верховзина Т.К. Электронеуромиографические показатели у больных со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(5): 68-72. doi: 10.29413/ABS.2020-5.5.9

## Electroneuromyographic Parameters in Patients with Stenosing Process of the Cervical Spinal Canal

Ippolitova E.G.<sup>1</sup>, Damdinov B.B.<sup>1</sup>, Koshkareva Z.V.<sup>1</sup>, Verhozina T.K.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology (Bortsov Revolyutsii str. 1, Irkutsk 664003, Russian Federation);

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of Russia (Yubileyny 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

Corresponding author: Bair B. Damdinov, e-mail: iscst@mail.ru

### Abstract

One of the main causes of pain in the cervical spine, which causes the development of neurological deficit, is the stenosing process of the spinal canal with compression of the neurovascular structures. To determine the tactics of treatment, to predict the consequences of the disease, timely diagnosis of the functional state of neural structures is of great importance.

**Materials and methods.** An informative method for diagnosing stenosing processes of the cervical spine, along with radiography and MRI, is electroneuromyography (ENMG). The analysis was based on 35 patients with a stenosing process of the spinal canal at the cervical level (17 men, 18 women), the average age of patients was  $47.7 \pm 9.9$  years.

**Results.** In the study of changes in the functional state of the axillary, radial, ulnar and median nerves, with stenosing processes, a unidirectional deviation of the entire ENMG complex of indicators of the limb with pain syndrome and contralateral limb was noted. A decrease in the amplitude of the maximum M-responses is recorded due to damage to the peripheral motor neuron and axon degeneration. Selective damage to the slow-conducting anterior motoneurons does not cause a decrease in the speed of impulse conduction due to demyelination. Bilateral changes in late electroneuromyographic phenomena (F-wave) are possibly caused by a general reaction of the peripheral and central nervous systems.

**Conclusion.** In patients with a stenosing process of the cervical spine with severe clinical manifestations, ENMG values can be used both to determine indications for surgical treatment and to assess the dynamics of changes in the post-operative period.

**Key words:** spinal stenosis, electroneuromyography

**For citation:** Ippolitova E.G., Damdinov B.B., Koshkareva Z.V., Verhozina T.K. Electroneuromyographic Parameters in Patients with Stenosing Process of the Cervical Spinal Canal. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(5): 68-72. doi: 10.29413/ABS.2020-5.5.9

## ВВЕДЕНИЕ

Болевой синдром в шейном отделе позвоночника возникает у 60–75 % взрослого населения. Происхождение боли, её локализация и характер иррадиации, являются определяющим фактором выбора тактики лечения пациентов. Основной причиной развития неврологического дефицита и болевого синдрома является стенозирующий процесс позвоночного канала с компрессией сосудисто-нервных структур [1, 2]. На сегодня нерешённой проблемой является «синдром неудачно оперированного позвоночника». По данным А.С. Никитина, разные авторы в катмнезе указывают на развитие данного синдрома в 7–73 % случаев, из которых у 20 % пациентов требуется повторное хирургическое вмешательство [2]. Большое значение в данной ситуации приобретает своевременная диагностика функционального состояния нервных структур для предупреждения развития патологического состояния, определения тактики лечения с прогнозированием течения заболевания и его последствий [3, 4]. Достаточно информативным методом для диагностики стенозирующих процессов шейного отдела позвоночника, наряду с рентгенографией и МРТ, является электронейромиография (ЭНМГ) верхних конечностей с определением наиболее диагностически значимых показателей – амплитуды вызванных потенциалов, скорости проведения импульса и F-волны [5, 6], позволяющих судить о состоянии проводимости всей сегментарной дуги. В доступной нам литературе мы не встретили работ по изучению параметров ЭНМГ у пациентов со стенозом позвоночного канала на шейном уровне в динамике консервативного или хирургического лечения, которые позволили бы прогнозировать их результаты.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящей работы явилось изучение электронейромиографических параметров при стимуляции нервных волокон верхних конечностей у больных со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу анализа взяты 35 пациентов со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне, из них мужчин – 17, женщин – 18. Средний возраст пациентов составил  $47,7 \pm 9,9$  года. У всех пациентов был остеохондроз II–III периода. По давности заболевания больные распределены следующим образом: до 3 мес. – 2 чел., от 3 до 6 мес. – 2 чел., 6–12 мес. – 5 чел., 1–3 года – 7 чел., более 3 лет – 19 чел. Стеноз позвоночного канала диагностирован с помощью МРТ-исследований. С моносегментарным стенозом было 27 пациентов, с двухсегментарным стенозом – 8. По локализации моносегментарного стенозирующего процесса заболевшие распределены на уровнях:  $C_{III}-C_{IV}$  – 3 чел.,  $C_{IV}-C_V$  – 0 чел.,  $C_V-C_{VI}$  – 10 чел.,  $C_{VI}-C_{VII}$  – 14 чел. Ведущими причинами формирования стеноза позвоночного канала были: костно-хрящевой экзостоз – у 29 больных (83 %), грыжа межпозвоночного диска – у 3 пациентов (8,5 %), сочетание костно-хрящевой экзостоза с грыжей межпозвоночного диска – у 3 пациентов (8,5 %).

При анализе полученных клинико-неврологических данных миелопатия выявлена у 4 пациентов, корешковый

синдром диагностирован в 31 случае. Изолированные чувствительные нарушения по типу гипестезии отмечались у 16 больных, двигательный дефицит диагностирован у 15 человек.

Степень тяжести клинико-неврологических расстройств оценивалась по шкалам ВАШ, NDI ( $n = 35$ ). Интенсивность болевого синдрома по ВАШ в шейном отделе позвоночника: медиана – 76,5 (53; 88,5). Интенсивность болевого синдрома ВАШ с иррадиацией в плечевой пояс и верхнюю конечность: медиана – 87,5 (79; 98,75). По шкале NDI – 32 (27,5; 49,25). Все пациенты получали консервативное лечение, включающее наряду с медикаментозным физиолечением, иглорефлексотерапию и массаж, которое давало кратковременный эффект. В последующем, всем больным было выполнено декомпрессиивно-стабилизирующее хирургическое вмешательство с использованием переднего доступа и межтелового спондилодеза. По поводу двухсегментарного стеноза хирургическое вмешательство выполнялось на уровнях  $C_{IV}-C_V-C_{VI}$  (1 пациент) и  $C_V-C_{VI}-C_{VII}$  (6 пациентов). Один пациент оперирован повторно в связи с развитием синдрома поражения смежного сегмента (вышележащий сегмент) спустя 3 года после предшествовавшего хирургического лечения.

Для определения степени функциональных нарушений нервов плечевого сплетения при стенозирующих процессах позвоночного канала на шейном уровне (сегменты  $C_{IV}-C_V$ ,  $C_V-C_{VI}$ ) использовались стандартные ЭНМГ-методики с определением скорости проведения импульса, амплитуды вызванных потенциалов. Исследовались параметры М-ответа при стимуляции подкрыльцового (*n. axillaris*), лучевого (*n. radialis*), срединного (*n. medianus*) и локтевого (*n. ulnaris*) нервов с определением позднего нейрографического ответа (F-волны) – двигательного ответа мышцы на возвратный разряд мотонейронов. Исследование проводилось с помощью нейромиоанализатора «Нейромиан» (Медиком-МТД, г. Таганрог).

Статистическая обработка результатов исследований проведена методом Стьюдента с определением t-критерия для независимых выборок.

Исследование выполнено в соответствии с «Этическими принципами проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом № 266 Минздрава РФ от 19.06.2003 г. Исследование одобрено комитетом по биомедицинской этике ИНЦХТ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По данным ЭНМГ-исследований оценивалось состояние периферических нервов верхних конечностей у пациентов со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне. Анализировались пороговые значения прямого мышечного ответа (М-ответа), амплитуда и латентность (время прохождения импульса по терминалам аксонов) при стимуляции *n. axillaris*, *n. radialis*, *n. medianus* и *n. ulnaris*, параметры F-волны.

Наряду с исследованием показателей прямого мышечного ответа одним из важных нейрофизиологических критериев оценки радикулопатии является анализ параметров F-волны [4]. Так, амплитуда F-волны показывает способность мотонейронов к производству возвратного ответа и может являться косвенным

показателем поражения как аксонов, так и проводящих путей при сохранности мотонейронального пула в целом. Амплитуду F-волны возможно использовать для оценки антидромной возбудимости двигательного спинального центра [7]. Измерение скорости проведения возбуждения в проксимальном отделе имеет большое значение при высоких уровнях поражения двигательных корешков шейного отдела позвоночника. Максимальная латентность F-волны характеризует наиболее низкопроводящие волокна, принимающие участие в проведении импульса. Показатель максимальной латентности F-волны и соответствующий ему показатель минимальной скорости проведения импульса можно использовать для определения границы между нормой и патологией, так как они достаточно стабильны в норме и имеют высокий уровень чувствительности при выявлении начальных патологических проявлений. В целом описываемые изменения F-волн регистрируются раньше изменений параметров М-ответа и дистальной скорости распространения возбуждения, поэтому и позволяют выявить патологические изменения на ранних сроках заболевания [8].

При стимуляции *n. medianus*, формирующегося из латерального и медиального пучков плечевого сплетения, порог вызывания прямого мышечного ответа повышен для конечности с болевым синдромом, статистически значимо снижена амплитуда М-ответа и скорость проведения импульса по двигательным волокнам (табл. 1). Наличие отклонений параметров ЭНМГ от нормы для интактной конечности можно объяснить тем, что ноцицептивная импульсация из асимметрично расположенного очага оказывает разное влияние на мышцы конечности с болевым синдромом и интактной конечности, но в основном это влияние носит тормозную направленность. По этой причине и термин «интактная конечность» носит условный характер. Патологический очаг, коим является

сочетание костно-хрящевого экзостоза и грыжи межпозвоночного диска, тормозит активность периферического и центрального звена двигательного аппарата не только на стороне поражения, но и на противоположной стороне. Охранное торможение может реализоваться через тонкие афферентные волокна, по которым в спинной мозг поступает ноцицептивная импульсация. В спинном мозге эта информация по интраспинальным путям передаётся в симметричный двигательный центр, также оказывая на него тормозное воздействие

При стимуляции *n. axillaris*, *n. radialis* и *n. ulnaris* конечности с болевым синдромом и интактной конечности параметры прямого мышечного ответа имеют отличия, которые не являются статистически значимыми. Скорость проведения импульса по моторным волокнам локтевого, локтевого и подкрыльцового нервов сохраняется в пределах нормальных значений, поскольку у пациентов со стенозом позвоночного канала на шейном уровне с корешковым синдромом повреждения заднего корешка не наблюдается.

При анализе F-волн (табл. 2) наблюдается снижение их амплитуды и появление частых повторных разрядов, а также большое количество блоков F-волн. При исследовании латентного периода возникновения F-волн, как минимального, так и максимального, статистически значимой разницы показателей для конечности с болевым синдромом и интактной конечности не выявлено. Отмечено снижение минимальной и средней скоростей проведения возбуждения, что выразилось в нарастании дисперсии минимальной и максимальной латентностей с обеих сторон и свидетельствовало о несостоятельности проводящих путей. В исследуемой группе пациентов частота блоков F-волны составила от 29 до 42 %, что может указывать как на поражение мотонейронов двигательных корешков, так и на повреждение аксонов нервных стволов.

ЭНМГ-показатели у больных со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне.

Таблица 1

ENMG indicators in patients with cervical spinal canal stenosis

Table 1

Нерв	Порог М-ответа (мВ)			Амплитуда М-ответа (мкВ)			Скорость проведения импульса (м/с)		
	с болевым синдромом	без болевого синдрома	Норма	с болевым синдромом	без болевого синдрома	Норма	с болевым синдромом	без болевого синдрома	Норма
<i>n. axillaris</i>	19,1 ± 9,8	16,3 ± 9,8	12,0 ± 2,0	0,19 ± 0,07	0,41 ± 0,4	1,2 ± 1,1	51,9 ± 9,7	50,5 ± 1,7	< 50
<i>n. radialis</i>	20,9 ± 10,6	21,2 ± 13,1	12,0 ± 4,0	0,9 ± 1,3	0,47 ± 0,57	1,2 ± 1,1	55,3 ± 6,7	57,6 ± 8,1	< 50
<i>n. medianus</i>	17,3 ± 11,5	13,5 ± 9,1	10,0 ± 2,2	0,9 ± 0,95*	1,8 ± 2,6	2,4 ± 1,1	46,4 ± 6,8*	50,7 ± 6,2	< 50
<i>n. ulnaris</i>	9,2 ± 3,6	10,6 ± 5,5	6,0 ± 0,6	3,1 ± 2,2	2,5 ± 2,2	2,4 ± 1,2	54,1 ± 7,6	54,2 ± 6,3	< 50

Примечание. \* – различия статистически значимы при  $p < 0,05$ .

Характеристика F-волн у больных со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне

Таблица 2

Characteristics of F-waves in patients with cervical spinal canal stenosis

Table 2

Латентность минимальная (мс)		Латентность максимальная (мс)		Блоки F-волн (%)	
конечность с болевым синдромом	конечность без болевого синдрома	конечность с болевым синдромом	конечность без болевого синдрома	конечность с болевым синдромом	конечность без болевого синдрома
37,5 ± 8,5	32,0 ± 8,1	70,3 ± 7,7	67,2 ± 12,2	29 ± 19,2	42,3 ± 11,6

Одной из особенностей при исследовании F-волн у пациентов со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне явилось наличие достаточно большого количества повторных волн не только на стороне с болевым синдромом, но и на интактной конечности. В нормальных условиях функционирования вероятность ответа на возбуждение одного и того же мотонейрона крайне мала. При сокращении числа мотонейронов и преобразовании их возбудимости, когда одни мотонейроны реагируют только на достаточно сильные раздражители, а другие, наоборот, становятся гипервозбудимыми, появляются многократные, повторные F-волны с практически одинаковой формой и амплитудой и изменчивой латентностью. Кроме того, болевая импульсация из очага поражения также может явиться причиной появления повторных волн.

По данным литературы [5, 9], для корешкового поражения характерна диссоциация между нормальными показателями ЭНМГ для исследуемых нервов верхних конечностей и латерализованной патологией F-волны. В проведённых нами исследованиях изменений функционального состояния подкрыльцового, лучевого, локтевого и срединного нервов, вызванных патологией сегментарного аппарата спинного мозга, отмечено однонаправленное отклонение всего комплекса ЭНМГ-показателей конечности с болевым синдромом и контрлатеральной конечности. Так, у исследуемых со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне регистрируется снижение амплитуды максимальных M-ответов ввиду поражения периферического мотонейрона и дегенерации аксона. Отсутствие снижения скорости проведения импульса за счёт демиелинизации, которое можно ожидать при дегенеративных аксональных процессах, возможно связано с избирательным поражением медленнопроводящих переднероговых мотонейронов, когда наиболее крупные быстропроводящие остаются нетронутыми. Двусторонние изменения поздних электронейромиографических феноменов (F-волна), возможно, вызваны общей реакцией периферической и центральной нервной системы.

Таким образом, наиболее диагностически значимыми ЭНМГ-параметрами у пациентов со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне явились амплитуда M-ответа и скорость проведения возбуждения по двигательным и сенсорным волокнам, а также амплитуда F-волны, её минимальная и максимальная скорость с определением дисперсии. Все эти показатели позволяют выявлять неврологическую патологию на ранних стадиях её развития, когда клинические проявления радикулопатии не диагностируются неврологами из-за отсутствия ярко выраженной клинической симптоматики. У пациентов с остеохондрозом II–III периода и стенозирующим процессом шейного отдела позвоночника с давностью заболевания от года и свыше 3 лет с выраженными клиническими проявлениями вышеуказанные показатели могут быть использованы как для определения показаний к хирургическому лечению, так и для оценки динамики изменений в послеоперационном периоде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Melancia JL, Francisco AF, Antunes JL. Spinal stenosis. *Handb Clin Neurol*. 2014; 119: 541-549. doi: 10.1016/B978-0-7020-4086-3.00035-7
2. Дамдинов Б.Б., Сороковиков В.А., Ларионов С.Н., Кошкарёва З.В., Скляренко О.В., Животенко А.П., Кириенко А.Н. Особенности изменения сагиттального баланса шейного отдела позвоночника при шейно-плечевом синдроме. *Хирургия позвоночника*. 2019; 16(2):42-48. <https://doi.org/10.14531/ss2019.2.42-48>
3. Cheng I, Ho S, Kennedy DJ. Electrodiagnostic testing before surgery for spinal stenosis. *PMR*. 2014; 6(10): 945-950. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.09.010
4. Ипполитова Е.Г., Верхозина Т.К., Кошкарёва З.В., Скляренко О.В. Маркерные показатели электронейромиографии в диагностике остеохондроза позвоночника. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2018; 1: 13-17.
5. Иванова Т.Н., Кулакова Н.Г. Диагностическое значение анализа параметров F-волны при воспалительных заболеваниях позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2010; 4: 86-89.
6. Zheng C, Zhu Y, Yang S, Lu F, Jin X, Weber R, Jiang J. A study of dynamic F-waves in juvenile spinal muscular atrophy of the distal upper extremity. *J Neurol Sci*. 2016; 367: 298-304. doi: 10.1016/j.jns.2016.06.032
7. Zheng C, Lyu F, Ma X, Xia X, Jin X, Yin J, Jiang J, Zhu Y. Cervical flexion F-waves in the patients with Hirayama diseases. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2015; 53(2): 95-100.
8. Abraham A, Gotkine M, Drory VE, Blumen SC. Effect of neck flexion on somatosensory and motor evoked potentials in Hirayama disease. *Neurol Sci*. 2013; 334(1-2): 102-105. doi: 10.1016/j.jns.2013.07.2519
9. Hug A, Hähnel S, Weidner N. Diagnostics and conservative treatment of cervical and lumbar spinal stenosis. *Nervenarzt*. 2018; 89(6): 620-631. doi: 10.1007/s00115-018-0516-2

## REFERENCES

1. Melancia JL, Francisco AF, Antunes JL. Spinal stenosis. *Handb Clin Neurol*. 2014; 119: 541-549. doi: 10.1016/B978-0-7020-4086-3.00035-7
2. Damdinov BB, Sorokovikov VA, Larionov SN, Koskareva ZV, Sklyarenko OV, Zhivotenko AP, Kirienko AN. Peculiarities of changing the sagittal balance of the cervical spine in cervical-shoulder syndrome. *Spine Surgery*. 2019; 16(2): 42-48. <https://doi.org/10.14531/ss2019.2.42-48>. (In Russ.)
3. Cheng I, Ho S, Kennedy DJ. Electrodiagnostic testing before surgery for spinal stenosis. *PMR*. 2014; 6(10): 945-950. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.09.010
4. Ippolitova EG, Verkhovina TK, Koshkareva Z.V., Sklyarenko O.V. Marker indicators of electroneuromyography in the diagnosis of osteochondrosis of the spine. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2018; 1: 13-17. (In Russ.)
5. Ivanova TN, Kulakova NG. Diagnostic value of analysis of F-wave parameters in inflammatory diseases of the spine. *Spine Surgery*. 2010; 4: 86-89. (In Russ.)
6. Zheng C, Zhu Y, Yang S, Lu F, Jin X, Weber R, Jiang J. A study of dynamic F-waves in juvenile spinal muscular atrophy of the distal upper extremity. *J Neurol Sci*. 2016; 367: 298-304. doi: 10.1016/j.jns.2016.06.032
7. Zheng C, Lyu F, Ma X, Xia X, Jin X, Yin J, Jiang J, Zhu Y. Cervical flexion F-waves in the patients with Hirayama diseases. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2015; 53(2): 95-100.
8. Abraham A, Gotkine M, Drory VE, Blumen SC. Effect of neck flexion on somatosensory and motor evoked potentials in Hirayama disease. *Neurol Sci*. 2013; 334(1-2): 102-105. doi: 10.1016/j.jns.2013.07.2519
9. Hug A, Hähnel S, Weidner N. Diagnostics and conservative treatment of cervical and lumbar spinal stenosis. *Nervenarzt*. 2018; 89(6): 620-631. doi: 10.1007/s00115-018-0516-2

**Сведения об авторах**

**Ипполитова Елена Геннадьевна** – научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: iscst@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7292-2061>

**Дамдинов Баир Батыевич** – младший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: iscst@mail.ru <http://orcid.org/0000-0001-9189-3323>

**Верхозина Татьяна Константиновна** – кандидат медицинских наук, заведующая отделением функциональных методов диагностики и лечения, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; доцент кафедры рефлексотерапии и косметологии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, <http://orcid.org/0000-0003-3136-5005>

**Кошкарёва Зинаида Васильевна** – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», <http://orcid.org/0000-0002-4387-5048>

**Information about the authors**

**Elena G. Ippolitova** – Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: iscst@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7292-2061>

**Bair B. Damdinov** – Junior Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: iscst@mail.ru

**Tatiana K. Verkhovina** – Cand. Sc. (Med.), Head of the Department of Functional Diagnostics and Treatment, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; Associate Professor at the Department of Reflexotherapy and Cosmetology, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, <http://orcid.org/0000-0003-3136-5005>

**Zinaida V. Koshkareva** – Cand. Sc. (Med.), Leading Research Officer at the Scientific-Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, <http://orcid.org/0000-0002-4387-5048>

Статья получена: 02.09.2020. Статья принята: 16.09.2020. Статья опубликована: 26.10.2020.

Received: 02.09.2020. Accepted: 16.09.2020. Published: 26.10.2020.