

УДК: 615.849.19:617.3

DOI: 10.37895/2071-8004-2023-27-3-15-20

Оригинальные исследования

ЛАЗЕРНЫЕ И РАДИОЧАСТОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПОЛИСЕГМЕНТАРНОЙ ПАТОЛОГИИ ПОЗВОНОЧНИКА У ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

А.В. Горбунов¹, В.Э. Потапов¹, В.А. Сорковиков^{1,2}, А.П. Животенко¹, С.Н. Ларионов¹¹ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Иркутск, Россия² Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Иркутск, Россия

Резюме

В работе представлены результаты лечения 88 пациентов пожилого возраста с дегенеративной патологией позвоночника. Декомпрессиивно-стабилизирующие операции ранее проведены 42 больным. Клинические проявления заболевания характеризовались длительным болевым синдромом, люмбоишалгией вследствие дегенеративно-дистрофических изменений в дугоотростчатых суставах, прогрессирующей дегенерации межпозвонковых дисков.

Оперативное лечение у 65 пациентов включало пункционную лазерную абляцию медиальной ветви спинномозгового нерва фасеточного сустава. У 23 больных абляция медиальной ветви спинномозгового нерва на двух (8) и трех (15) уровнях выполнена с использованием четырехканального радиочастотного генератора COSMAN G4.

Отличные и хорошие результаты после операции выявлены у 58 (65,9 %) пациентов. Анализ промежуточных результатов лечения в сроки до 3 лет выполнен у 55 больных, и у 37 (42,01 %) из них отмечен стойкий положительный результат. Использование малоинвазивных лазерных и радиочастотных технологий при лечении дегенеративной полисегментарной патологии позвоночника у лиц пожилого и преклонного возраста обосновано и является важным компонентом их реабилитации.

Ключевые слова: дегенеративный спондилоартроз, малоинвазивные технологии, лазерная и радиочастотная абляция ветви спинномозгового нерва

Для цитирования: Горбунов А.В., Потапов В.Э., Сорковиков В.А., Животенко А.П., Ларионов С.Н. Лазерные и радиочастотные технологии в лечении дегенеративной полисегментарной патологии позвоночника у лиц пожилого возраста. *Лазерная медицина*. 2023; 27(3): 15–20. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2023-27-3-15-20>

Контакт: Животенко А.П., e-mail: sivotenko1976@mail.ru

LASER AND RADIOFREQUENCY TECHNOLOGIES IN THE TREATMENT OF DEGENERATIVE POLYSEGMENTAL PATHOLOGIES OF THE SPINE IN ELDERLY PEOPLE

Gorbunov A.V.¹, Potapov V.E.¹, Sorokovikov V.A.^{1,2}, Zhivotenko A.P.¹, Larionov S.N.¹¹ Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education. Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russia

Abstract

The article discusses outcomes after treating 88 elderly patients with degenerative pathologies of the spine, 42 of whom had previous decompression-stabilizing surgical interventions. Clinical manifestations of the disease were characterized by prolonged pain syndrome, lumbosialgia caused by degenerative-dystrophic changes in the arch-process joints and progressive degeneration of the intervertebral discs.

Surgical intervention in 65 patients included puncture laser ablation of the medial branch of the spinal nerve in the facet joint. In 23 patients, ablation of the medial branch of the spinal nerve was performed at two ($n = 8$) and three ($n = 15$) levels using four-channel radio frequency generator COSMAN G4.

Excellent and good results after surgery were found in 58 (65.9%) patients. The researchers assessed intermediate results within 3 years in 55 patients, and 37 (42.01%) of them had a stable positive state. Minimally invasive laser and radiofrequency technologies in the treatment of degenerative polysegmental pathologies of the spine in elderly and old people is justified, and it is an important component of their rehabilitation.

Keywords: degenerative spondyloarthrosis, minimally invasive technologies, laser and radiofrequency ablation, spinal nerve branch

For citation: Gorbunov A.V., Potapov V.E., Sorokovikov V.A., Zhivotenko A.P., Larionov S.N. Laser and radio frequency technologies in the treatment of degenerative polysegmental pathologies of the spine in elderly people. *Laser Medicine*. 2023; 27(3): 15–20. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2023-27-3-15-20>

Contact: Zhivotenko A.P., e-mail: sivotenko1976@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Развитие медицины и увеличение продолжительности жизни населения закономерно привело к росту выявляемости дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника [1, 2, 3]. Стенозические изменения позвоночного канала и фораминальных отверстий с компрессией невралных образований вследствие остеодегенеративных трансформаций позвоночника встречаются у 85–90% лиц преклонного возраста [4, 5, 6].

Коморбидная патология и возрастные изменения органов и систем не только увеличивают риски осложнений, но и в 16–18% случаев обуславливают неудовлетворительные результаты хирургического лечения дегенеративной патологии позвоночника [5, 6].

Прогрессирующие деформации на фоне послеоперационных изменений нередко приводят к многоуровневым поражениям позвоночника со сложным переплетением симптомов заболевания. В клинической практике нарастание дегенеративных изменений на смежном к ранее оперированному уровню поражения позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) рассматривается как «синдром поражения смежного уровня» (СПСУ). Не менее сложной является и проблема лечения дегенеративных полисегментарных спондилезов и спондилоартрозов в связи с необходимостью выявления одно-, двух- или многоуровневых поражений для решения вопроса о возможности использования хирургических технологий, так как консервативное лечение не всегда эффективно.

Хирургические вмешательства с использованием расширенных декомпрессивно-стабилизирующих операций, нередко повторных, также не всегда дают положительный результат, а использование малоинвазивных технологий не нашло широкого применения [6, 7]. Целью настоящего исследования было оценить влияние малоинвазивных технологий на снижение интенсивности болевого синдрома и улучшение качества жизни пациентов пожилого возраста с дегенеративной полисегментарной патологией поясничного отдела позвоночника при использовании пункционной лазерной (ПЛДФС) и радиочастотной дерезеции фасеточных суставов (РЧДФС).

Таблица

Уровень ранее проведенных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств

Table

The level of previous decompressive-stabilizing interventions

Сегмент Segment	Количество (%) Number (%)
L _{III} –L _{IV}	3 (7,14%)
L _{IV} –L _V	14 (33,33%)
L _V –S _I	17 (40,47%)
L _{III} –L _{IV} –L _V	5 (11,90%)
L _{IV} –L _V –S _I	3 (7,14%)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За период с 2018 по 2022 г. в нейрохирургическом отделении ФГБНУ ИНЦХТ методами ПЛДФС и РЧДФС оперировано 88 человек, относящихся к старшей возрастной категории (60 лет и старше), из них 42 пациента ранее оперированы по поводу дегенеративной патологии позвоночника.

Критерии включения: возраст 60 и старше; клинически значимый болевой синдром при полисегментарном спондилезе и спондилоартрозе (МКБ 10: М-47; М-54,5); неэффективность консервативного лечения в течение 12 недель, положительный эффект от диагностических блокад со снятием интенсивности боли на 75–80% по шкале ВАШ.

Критерии исключения: компрессионные формы радикулопатий и синдрома КПХ; сахарный диабет в стадии декомпенсации; несостоятельность имеющейся металлоконструкции, наркотическая зависимость или психические расстройства пациента; (МКБ 10: F10–F19; F00–F09; F20–F29); инфекционные заболевания кожи в месте манипуляции; отсутствие ответа на диагностическую блокаду.

Отмечено некоторое преобладание женщин – 50, мужчин соответственно – 38. Средний возраст составил $64,5 \pm 4,1$ года.

Клинические проявления не имели специфической симптоматики и характеризовались сочетанием ноцецептивного болевого, мышечно-тонического и вертеброгенного синдромов. Эти синдромы развились вследствие дегенеративно-дистрофических изменений в дугоотростчатых суставах, прогрессирующей дегенерации межпозвонковых дисков.

У ранее оперированных пациентов период времени от предшествующей операции до госпитализации составил от 3,0 до 6,5 года (в среднем $3,3 \pm 1,7$ года).

Неврологические симптомы отображали рецидивирующие проявления алгических и рефлекторно-тонических синдромов с преобладанием люмбоишалгии у 37 пациентов (88,09%), хронические проявления радикулопатии отмечены у 5 больных (11,91%).

Уровень ранее проведенных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств представлен в таблице.

Ведущее место в структуре патологического процесса занимали дегенеративные центральные и латеральные стенозы на фоне спондилоартроза у 36 (85,7%); клинически значимые грыжи межпозвонковых дисков при нестабильности позвоночно-двигательного сегмента выявлены у 6 (14,3%) пациентов.

В неврологическом статусе преобладали проявления люмбалгии и люмбоишалгии – 33 (78,6%), а у 9 пациентов клиническая симптоматика характеризовалась радикулопатией.

Сорок шесть пациентов с дегенеративной патологией позвоночника и проявлениями спондилеза и полисегментарного спондилоартроза ранее

не оперировались и поступили на лечение в связи с неэффективностью консервативной терапии, выраженным болевым и вертеброгенным синдромом.

Сопутствующая соматическая патология выявлена у всех пациентов: гипертоническая болезнь – у 68; ишемическая болезнь сердца – у 12 человек; сахарный диабет II типа – у 7 человек; ожирение 1–2-й ст. и избыточная масса тела отмечена у 55 человек; остеопения и остеопороз – у 36 человек; артрозы 2–3-й ст. коленных и тазобедренных суставов – у 24 человек; онкологические операции в анамнезе – у 4 пациентов.

Нарастание дегенеративных измененной костнохрящевой и дисковой ткани на смежном к ранее оперированному уровню явилось причиной обращения 42 пациентов (47,7%) (рис. 1), у остальных 46 (52,3%) в клинической картине преобладали проявления деформирующего полисегментарного спондилеза и спондилоартроза (рис. 2).

Пункционная лазерная абляция медиальной ветви спинномозгового нерва проведена 65 пациентам при использовании диодного аппарата АЛОД-01, длина волны – 810–1061 нм («Медлаз-Нева», Санкт-Петербург). Регистрационное удостоверение в сфере здравоохранения и социального развития № ФС 02262006/2929–06 от 29.03.2006 г. Лазерная технология деструкции медиальной ветви спинномозгового нерва осуществлялась следующим образом. Пациент находится в положении лежа на животе. Под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) из заднебокового доступа (местная

анестезия Sol. Lidocaini 2%, 5 мл) проводили иглу с мандреном (№ 20G) к месту соединения поперечного отростка и соответствующего дугоотростчатого сустава. Мандрен заменяли на оптоволоконный световод и осуществляли абляцию медиальной ветви спинномозгового нерва дугоотростчатого сустава. При тракции иглы изменяли ее положение вдоль латеральной поверхности фасеточного сустава и при повторном облучении осуществляли расширенную дерцепцию сустава. Воздействие импульсным излучением лазера в режиме 970 нм проводили 3-кратно с интервалом 5 секунд, частотой 9 Гц, мощностью 3 Вт в суммарной дозе 100 Дж. Общее время составляло 10–12 секунд.

Радиочастотная абляция (РЧА) медиальной ветви спинномозгового нерва выполнена 23 больным с использованием четырехканального радиочастотного генератора COSMAN G4. Деструкцию проводили на двух у 8 и трех уровнях у 15 пациентов изолированными иглами длиной 100–150 мм с рабочим оголенным концом на срезе 5–10 мм. Под контролем ЭОП дистальные кончики игл располагали сбоку от дугоотростчатых суставов («глаз терьера»), в месте прохождения срединной медиальной ветви спинномозгового нерва. С целью контроля точного расположения канюли в проекции медиальной ветви спинномозгового нерва осуществляли сенсорную и моторную стимуляцию малым током частотой 50 (100) Гц для чувствительных волокон и 2 Гц для двигательных, при этом ощущение пациентом покалывания при мощности менее 0,5 Вт

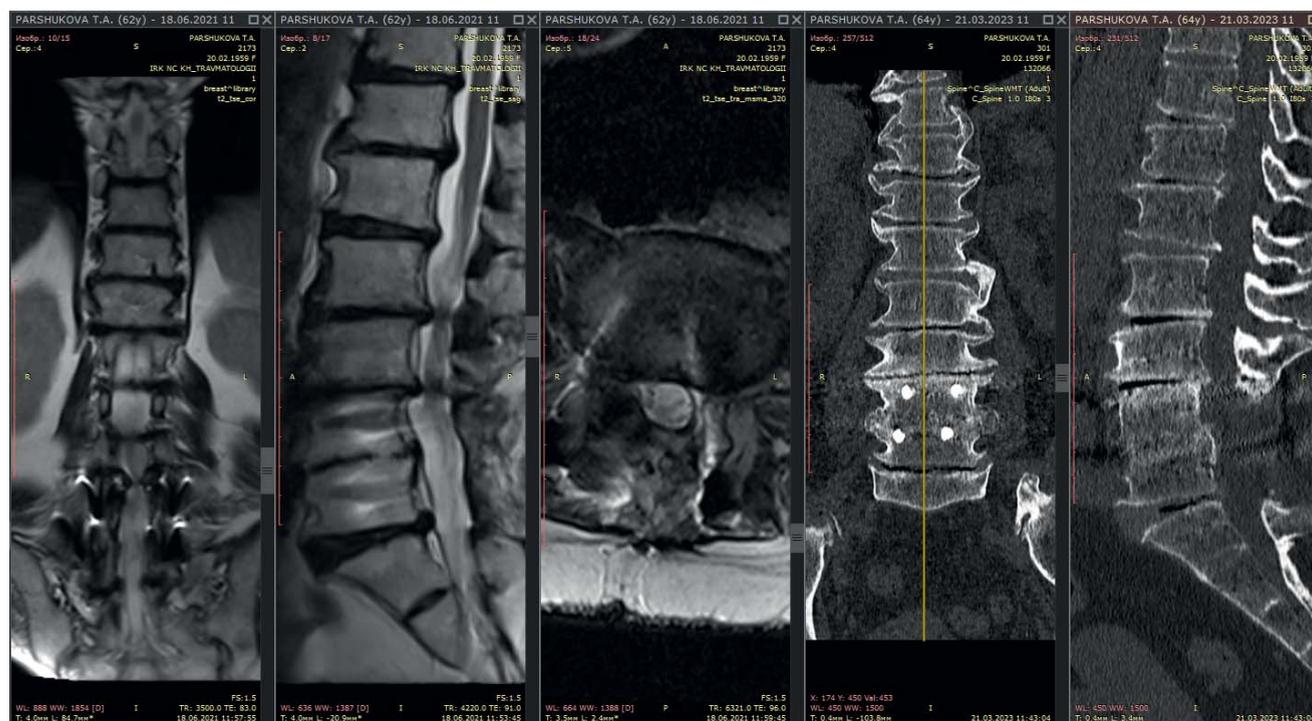


Рис. 1. МРТ поясничного отдела позвоночника. T2 взвешенные изображения. MPR в фронтальной (а), сагиттальной (б), аксиальной плоскости (в) и МСКТ поясничного отдела позвоночника. MPR во фронтальной (г) и сагиттальной плоскости (д)

Fig. 1. MRI of the lumbar spine. T2 weighted images. MPR in the frontal (a), sagittal (b), axial plane (v) and MSCT of the lumbar spine. MPR in the frontal (r) and sagittal plane (d)



Рис. 2. МРТ поясничного отдела позвоночника. T₂ взвешенные изображения. МРР в сагиттальной (а), фронтальной (б) плоскости и МСКТ поясничного отдела позвоночника МРР во фронтальной (в), сагиттальной (г) и аксиальной плоскости (д)

Fig. 2. MRI of the lumbar spine. T₂ weighted images. MPR in the sagittal (a), frontal (б) plane and MSCT of the lumbar spine MPR in the frontal (в), sagittal (г) and axial planes (д)

указывали на оптимальное приближение иглы к нерву. После введения небольшого количества местного анестетика кончик иглы нагревали до 70–80 °С в течение 60–90 секунд. По завершении процедуры вводили 1,0–1,2 мл 0,2% раствора ропивакаина и извлекали иглу.

Эффективность хирургического лечения оценивалась в послеоперационном периоде до 6 месяцев с применением опросников визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ) и MacNab. Полученные результаты проанализированы с применением статистических методов в программе Statistica v.10.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Болевой вертеброгенный синдром по опроснику ВАШ значительно снизился в раннем послеоперационном периоде у 79 (89,7%) пациентов с 6,57 ± 0,5 до 2,36 ± 0,4 см ($\chi^2 = 0,049$, при $P < 0,05$).

По субъективно-оценочной шкале Макнаб «отличный» результат лечения получен у 8 пациентов, 3 из которых проводилась РЧДФС и 5 – ПЛДФС с уменьшением интенсивности болевого синдрома с 5–6 до 0,5–1 см; «хороший» и «удовлетворительный» – у 50 пациентов после ПЛДФС и у 20 после РЧДФС с уменьшением интенсивности боли по ВАШ с 6–7 до 2–4 см; «неудовлетворительный» – у 4 больных после ПЛДФС, которым впоследствии было проведено декомпрессивно-стабилизирующее хирургическое вмешательство.

Анализ промежуточных результатов лечения в сроки от 9 мес. до 3 лет выполнен у 55 больных (62,5%).

«Отличный» результат отмечен у 5 человек, у них полностью отсутствовал болевой синдром, больные выполняли прежнюю работу (регресс ВАШ с 4,88 ± 0,18 до 0,92 ± 0,1 см; $\chi^2 = 0,006$ при $P < 0,05$).

«Удовлетворительный» результат выявлен у 32 человек (регресс ВАШ с 6,82 ± 0,07 до 2,61 ± 0,11 см; $\chi^2 = 0,112$, при $P < 0,05$).

Лечение боли при патологии позвоночника у лиц пожилого возраста остается сложной задачей [3, 4] из-за течения естественного дегенеративного процесса, а в случаях оперативных вмешательств – прогрессирования как инволютивных, так и послеоперационных изменений. При рассмотрении «патологии смежных сегментов» необходимо помнить о дуализме обсуждаемой сущности и необходимости разграничения дегенерации смежного сегмента (ДСС), прогрессирующей вследствие оперативного вмешательства на соседнем ПДС и естественного процесса старения [2, 3]. Первое представлено клинико-рентгенологическим синдромом дегенеративных изменений позвонков и дисков, с характерными клиническими симптомами и признаками, проявившимися в течение первых 2–3 лет после ригидной фиксации ПДС. С другой стороны – инволютивные изменения позвоночника, сопровождающиеся полисегментарной дегенерацией и характерными проявлениями спондилоартроза и спондилеза.

Клинические и лучевые границы между этими понятиями расплывчаты, так как в обеих группах имеет место дегенерация дисков, нестабильность, костно-хрящевые разрастания, стеноз канала и даже

компрессионные переломы; неврологические проявления также неспецифичны и характеризуются полиморфной симптоматикой на фоне рецидивирующих вертеброгенного и болевого синдромов.

Одним из кардинальных признаков, позволяющих, хоть и условно, разграничить эти патологические состояния, является временная промежуток между оперативным вмешательством и возникновением новых симптомов и признаков.

Сравнительный анализ эффективности использованных технологий указывает на необходимость их более широкого применения в клинической практике. Высказываться о преимуществах и недостатках лазерной и радиочастотной дерезепции рано, так как требуется накопление клинического материала. Не вызывает сомнения, что использование малоинвазивных технологий можно рассматривать как вмешательства «первой линии» при лечении алгических синдромов при дегенеративной патологии позвоночника. Перспективно и одномоментное использование стабилизирующих операций и радиочастотных или лазерных вмешательств при полисегментарных поражениях позвоночника как альтернатива продленного спондилодеза.

Наш опыт свидетельствует, что малоинвазивные технологии, как то лазерная абляция, могут быть использованы при наличии у пациентов характерных морфологических изменений – протрузий и костнохрящевых разрастаний, возникших как проявления СПСУ после оперативного вмешательства на позвоночнике на одном (реже двух) уровнях, тогда как радиочастотная дерезепция более эффективна при полисегментарном поражении и необходимости воздействия на несколько гипертрофированных фасеточных суставов [2, 7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При лечении пациентов с полисегментарной патологией позвоночника могут использоваться перкутантные малоинвазивные методы лечения (ПЛДФС и РЧДФС), которые показали высокую эффективность в снижении интенсивности болевого синдрома и улучшающие качество жизни пациента пожилого возраста. Лазерная абляция показана при моносегментарной патологии или после оперативных вмешательств на позвоночнике, тогда как радиочастотная дерезепция более эффективна при полисегментарном поражении и необходимости воздействия на несколько гипертрофированных фасеточных суставов.

Дальнейшее изучение роли малоинвазивных лазерных и радиочастотных технологий при лечении дегенеративной патологии позвоночника у лиц пожилого и преклонного возраста является важным и обоснованным с точки зрения как эффективности, так и необходимости более широкого внедрения в клиническую практику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомов А.Г., Вчерашний Д.Б., Новосельцев С.В., Круглов В.Н. Низкоинтенсивное лазерное излучение в терапии болевого синдрома при грыжах дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»*. 2018; 3: 26–31.
2. Щедренко В.В., Себелев К.И., Иваненко А.В., Могучая О.В. Результаты пункционных методов лечения остеохондроза позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2010; (1): 46–48. DOI: 10.14531/ss2010.1.46-48
3. Alkalay R., David H. Diffusion based MR measurements correlates with age-related changes in human intervertebral disks. *Clin Biomech*. 2019 Jan; 61: 38–45. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2018.06.007
4. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Степанов И.А., Оконешникова А.К. *Дегенеративные заболевания дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника: диагностика и хирургическое лечение*. Новосибирск: Наука; 2018. 208 с.
5. Потапов В.Э., Сороковиков В.А., Ларионов С.Н., Животенко А.П. Фасет-синдром. Малоинвазивное хирургическое лечение. Клинический случай и обзор литературы. *Клиническая практика*. 2021; 12 (4): 92–99. DOI: 10.17816/clinpract81435
6. Helm S., Simopoulos T.T., Stojanovic M., Abdi S., El Terany M.A. Effectiveness of Thermal Annular Procedures in treating discogenic low back pain. *Pain Physician*. 2017; 20: 447–470.
7. Liu Z., Ma R., Fan C., Chen J., Zhang R., Zheng Z., Xu Y., Liu Z., Zhao Q., Li Q. Sinuvertebral nerve block treats discogenic low back pain: a retrospective cohort study. *Ann Transl Med*. 2022 Nov; 10(22): 1219. DOI: 10.21037/atm-22-5297

REFERENCES

1. Pakhomov A.G., Yesterday DB, Novoseltsev S.V., Kруглов V.N. Low-intensity laser radiation in the treatment of pain with disc herniation of the lumbosacral spine. *Vestnik meditsinskogo instituta "REAVIZ"*. 2018; 3: 26-31. [In Russ.].
2. Shchedryonok V.V., Sebelev K.I., Ivanenko A.V., Moguchaya O.V. Outcomes of puncture methods for treatment of spinal osteochondrosis. *Hirurgia pozvonocnika*. 2010; (1): 46–48. DOI: 10.14531/ss2010.1.46-48. [In Russ.].
3. Alkalay R., David H. Diffusion based MR measurements correlates with age-related changes in human intervertebral disks. *Clin Biomech*. 2019 Jan; 61: 38–45. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2018.06.007
4. Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Stepanov I.A., Okoneshnikova A.K. *Degenerative diseases of the articular lumbar spine joints: diagnosis and surgical treatment*. Novosibirsk: Nauka; 2018. 208 p. [In Russ.].
5. Potapov V.E., Sorokovikov V.A., Larionov S.N., Zhivoteko A.P. Facet syndrome. Minimally invasive surgical treatment. A clinical case and literature review. *Klinicheskysy praktika*. 2021; 12 (4): 92–99. [In Russ.]. DOI: 10.17816/clinpract81435.
6. Helm S., Simopoulos T.T., Stojanovic M., Abdi S., El Terany M.A. Effectiveness of Thermal Annular Procedures in treating discogenic low back pain. *Pain Physician*. 2017; 20:447–470.
7. Liu Z., Ma R., Fan C., Chen J., Zhang R., Zheng Z., Xu Y., Liu Z., Zhao Q., Li Q. Sinuvertebral nerve block treats discogenic low back pain: a retrospective cohort study. *Ann Transl Med*. 2022 Nov; 10(22): 1219. DOI: 10.21037/atm-22-5297

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Горбунов Анатолий Владимирович – врач-нейрохирург нейрохирургического отделения, младший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; e-mail: a.v.gorbunov58@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1352-0502>

Потапов Виталий Энгельсович – кандидат медицинских наук, заведующий нейрохирургическим отделением, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; e-mail: pva454@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9167-637X>

Сороковиков Владимир Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, директор, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: vasorokovikov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

Животенко Александр Петрович – младший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; e-mail: sivotenko1976@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4032-8575>

Ларионов Сергей Николаевич – доктор медицинских наук, зав. НКО нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; e-mail: snlar@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9189-3323>

Information about the authors

Gorbunov Anatoly – neurosurgeon in the Neurosurgical Department, researcher at the Research and Clinical Department of Neurosurgery in Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; e-mail: a.v.gorbunov58@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1352-0502>

Potapov Vitaliy – Cand. Sci. (Med.), head of the Neurosurgical Department, leading researcher at the Research and Clinical Department of Neurosurgery in Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; e-mail: pva454@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9167-637X>

Sorokovikov Vladimir – Dr. Sci. (Med.), professor, acting director of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology; head of the Department of Trauma, Orthopedics and Neurosurgery in Irkutsk State Medical Academy of Continuous Professional Education; e-mail: vasorokovikov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

Zhivotenko Aleksander – Dr. Sci. (Med.), junior researcher at the Research and Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; e-mail: sivotenko1976@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4032-8575>

Larionov Sergey – Dr. Sci. (Med.), leading researcher at the Research and Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; e-mail: snlar@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9189-3323>