

## ОПЫТ ОДНО- И ДВУХСТОРОННЕЙ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ ПРИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Сороковиков В.А.<sup>1,2</sup>,  
Потапов В.Э.<sup>1</sup>,  
Животенко А.П.<sup>1</sup>,  
Горбунов А.В.<sup>1</sup>,  
Скляренко О.В.<sup>1</sup>,  
Ларионов С.Н.<sup>1</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:  
Потапов Виталий Энгельсович,  
e-mail: pva454@yandex.ru

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования.** Изучить эффективность использования моносегментарных фиксирующих систем при операциях, сопровождающихся резекцией части дугоотростчатого сустава у пациентов заднебоковыми и фораминальными грыжами на поясничном отделе позвоночника.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовали 40 пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника, которым выполнены резекция медиальной фасетки и удаление задне-боковой или фораминальной грыжи диска. Среди них 10 пациентам проведена моносторонняя одноуровневая фиксация транспедикулярными винтами с межтеловым спондилодезом титановым кейджем (ОТПФ-кейдж), а другим 10 – односторонняя моносегментарная транспедикулярная фиксация (ОТПФ). Оставшимся 20 пациентам выполнена двусторонняя транспедикулярная фиксация (ДТПФ). Проводилась оценка величины интраоперационной кровопотери, длительности операции и времени госпитализации, а также частота периоперационных осложнений в группах. Оценка боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), степень ограничения жизнедеятельности на основании индекса Освестри и показателя Макнаб оценивались до и через 6 и 12 месяцев после операции.

**Результаты.** Интраоперационная кровопотеря в группах с ОТПФ-кейджем и ОТПФ была меньше, чем в группе с ДТПФ, так же, как и продолжительность операции; различия были статистически значимыми ( $p < 0,05$ ). Показатели ВАШ, индекс качества жизни Освестри в исследуемых группах свидетельствовали об эффективности технологии.

**Обсуждение.** Односторонние декомпрессиивно-стабилизирующие вмешательства у пациентов с заднебоковыми и фораминальными грыжами поясничного отдела позвоночника позволяют уменьшить продолжительность операции, объём кровопотери и выраженность болевого синдрома в послеоперационном периоде за счёт адекватной декомпрессии нервно-сосудистых образований позвоночного канала и стабилизации позвоночно-двигательного сегмента, что предотвращает рецидив заболевания и обеспечивает раннюю реабилитацию пациентов.

**Вывод.** Односторонняя транспедикулярная фиксация допустима и безопасна при поясничных дегенеративных заболеваниях, способствует улучшению качества жизни пациентов.

**Ключевые слова:** односторонняя транспедикулярная фиксация, поясничные дегенеративные заболевания, оценка по ВАШ, индекс Освестри

**Для цитирования:** Сороковиков В.А., Потапов В.Э., Животенко А.П., Горбунов А.В., Скляренко О.В., Ларионов С.Н. Опыт одно- и двухсторонней транспедикулярной фиксации при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(5): 73-80. doi: 10.29413/ABS.2023-8.5.7

Статья поступила: 24.04.2023

Статья принята: 04.10.2023

Статья опубликована: 05.12.2023

## EXPERIENCE OF UNILATERAL AND BILATERAL TRANSPEDICULAR FIXATION IN DEGENERATIVE DISEASES OF THE LUMBAR SPINE

Sorokovikov V.A.<sup>1,2</sup>,  
Potapov V.E.<sup>1</sup>,  
Zhivotenko A.P.<sup>1</sup>,  
Gorbunov A.V.<sup>1</sup>,  
Sklyarenko O.V.<sup>1</sup>,  
Larionov S.N.<sup>1</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 Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

Corresponding author:  
**Vitaly E. Potapov**,  
e-mail: pva454@yandex.ru

### ABSTRACT

**The aim.** To study the effectiveness of using monosegmental fixation systems in surgeries involving resection of part of the facet joint in patients with posterolateral and foraminal hernias in the lumbar spine.

**Materials and methods.** The study included 40 patients with degenerative diseases of the lumbar spine who underwent medial facet resection and the removal of posterolateral or foraminal disc hernia. Among them, 10 patients underwent unilateral single-level transpedicular fixation with interbody fusion using titanium cage (UTPF cage group), and the other 10 patients underwent unilateral monosegmental transpedicular fixation (UTPF group). The remaining 20 patients underwent bilateral transpedicular fixation (BTPF group). The amount of intraoperative blood loss, duration of surgery and length of hospital stay, as well as the frequency of perioperative complications in the groups were assessed. Visual analogue scale (VAS) pain score, Oswestry index and McNab score were assessed before and 6 and 12 months after surgery.

**Results.** Intraoperative blood loss in the UTPF cage and UTPF groups was less than in the BTPF group, as was the duration of surgery; the differences were statistically significant ( $p < 0.05$ ). Indicators of VAS score and Oswestry Quality of Life Index in the studied groups indicated the effectiveness of the technology.

**Discussion.** Unilateral decompressive and stabilizing surgeries in patients with posterolateral and foraminal hernias of the lumbar spine can reduce the duration of the surgery, the volume of blood loss and the severity of pain in the postoperative period due to adequate decompression of the neurovascular formations of the spinal canal and stabilization of the spinal motion segment, which prevents the relapse of the disease and provides early rehabilitation of patients.

**Conclusion.** Unilateral transpedicular fixation is acceptable and safe for lumbar degenerative diseases and improves the quality of life of the patients.

**Key words:** unilateral transpedicular fixation, lumbar degenerative diseases, VAS score, Oswestry index

Received: 24.04.2023  
Accepted: 04.10.2023  
Published: 05.12.2023

**For citation:** Sorokovikov V.A., Potapov V.E., Zhivotenko A.P., Gorbunov A.V., Sklyarenko O.V., Larionov S.N. Experience of unilateral and bilateral transpedicular fixation in degenerative diseases of the lumbar spine. *Acta biomecnica scientifica*. 2023; 8(5): 73-80. doi: 10.29413/ABS.2023-8.5.7

## ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника наблюдается значимый прогресс, обусловленный разработкой обоснованной тактики и введением в хирургическую практику новых инструментальных технологий. Тем не менее, трудности в лечении таких пациентов сохраняются, так как клинические проявления вызваны не только компрессией невральных структур позвоночного канала, но и формированием нестабильности как в повреждённом, так и в смежных позвоночно-двигательных сегментах [1–3].

Краеугольным компонентом патологии дегенеративных заболеваний позвоночника выступают изменения межпозвонковых дисков и дугоотростчатых суставов и, как следствие, развитие сегментарной нестабильности [4, 5], что в ряде случаев трактуется как «дискогенная нестабильность» [6, 7]. Нарушение биомеханики позвоночного столба сопровождается не только линейным, но и угловым смещением позвонков и, как следствие, повреждением фиброзного кольца, связочного аппарата, а иногда и образованием грыжи диска и развитием корешкового и рефлекторно-тонического синдромов [8, 9]. Закономерен как исход изменений в позвоночно-двигательных сегментах в несостоятельность переднего и заднего опорных комплексов, так и развитие изменений трабекулярных структур позвонка, дегенерации дисковой ткани поражённого сегмента.

Дискэктомия является одной из распространённых методик хирургического лечения грыжевых образований при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника. Однако удаление грыжи диска при резекции части дугоотростчатого сустава без фиксации позвоночно-двигательного сегмента сопровождается рецидивом боли и неудовлетворительными результатами лечения как вследствие сегментарной нестабильности, так и вследствие рецидива грыжи в 7–18 % случаев [10–13].

Анализ данных современной литературы с метаанализом результатов лечения свидетельствует об эффективности ригидной транспедикулярной фиксации, как и межтелового спондилодеза, для стабилизации позвоночного столба [14–17]. В то же время эти хирургические технологии имеют и такие недостатки, как исключение из биомеханики позвоночно-двигательного сегмента с развитием синдрома «смежного уровня», что может быть уменьшено за счёт односторонней транспедикулярной стабилизации [18–20]. Следует также обратить внимание на высокие риски инструментальной фиксации позвоночника у пациентов с анкилозирующим спондилитом, спондилоартрозом, остеопорозом. Хирургические вмешательства с массивной травмой паравертебральных тканей также являются предикторами, ухудшающими исходы лечения, являющимися причиной рецидива боли и длительной продолжительности восстановительного лечения [21–23]. В отечественной литературе практически не освещены аспекты использования односторонних моносегментарных фиксаций, тогда как за рубежом технология широко распространена [18, 19].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить эффективность использования одно- и двухсторонних моносегментарных фиксирующих систем при операциях с резекцией части дугоотростчатого сустава у пациентов заднебоковыми и фораминальными грыжами в поясничном отделе позвоночника.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (ИНЦХТ) прооперировано 40 пациентов с дегенеративно-дистрофической патологией позвоночника. Среди них 10 пациентам после устранения компрессии корешка при резекции медиальной фасетки проведена односторонняя фиксация транспедикулярными винтами с межтеловым спондилодезом титановым кейджем (ОТПФ-кейджем), а другим 10 пациентам выполнена лишь односторонняя моносегментарная транспедикулярная фиксация (ОТПФ). Двусторонняя транспедикулярная фиксация (ДТПФ) выполнена 20 пациентам. В клинической картине заболевания у пациентов преобладал болевой радикулярный синдром в сочетании с вертеброгенным мышечно-тоническим синдромом. Всем больным проведено клинико-неврологическое, нейрофизиологическое, интроскопическое предоперационное обследование. Показаниями для операции служили неэффективность консервативного лечения, стойкий болевой корешковый синдром. В большинстве случаев межпозвонковая грыжа располагалась на уровне  $L_{IV}-L_V$  – у 26 (65 %), у 10 (25 %) – на уровне  $L_V-S_I$ , у 4 (10 %) – на уровне  $L_{II}-L_{III}$ . По полу и возрасту пациенты распределились следующим образом: женщин – 16 (40 %), мужчин – 24 (60 %); среди них 30 (75 %) пациентов трудоспособного возраста, от 38 до 65 лет. В группах пациенты не отличались по полу, возрасту, индексу массы тела (ИМТ), степени дегенерации межпозвонкового диска (МПД) (по классификации C.W. Pfirrmann). Данные представлены в таблице 1.

Технология удаления межпозвонковой грыжи диска осуществлялась по общепринятой методике с резекцией медиальной фасетки и фораминомией. Резекция части дугоотростчатого сустава позволила выделить спинномозговой корешок, произвести его смещение без грубых травматических воздействий с последующим удалением грыжи. С целью стабилизации позвоночно-двигательного сегмента односторонняя транспедикулярная фиксация была выполнена 20 пациентам. Среди них монолатеральная фиксация транспедикулярными винтами с межтеловым спондилодезом титановым кейджем осуществлена 10 пациентам (рис. 1).

**Критерии включения:** наличие заднебоковой или фораминальной грыжи с компрессией корешка; неэффективность консервативного лечения более 3 месяцев.

**Критерии исключения:** ожирение 2–3-й степени (ИМТ > 35 кг/м<sup>2</sup>); спондилолистез II степени и выше; поясничный дегенеративный сколиоз; инфекционный процесс в фазе обострения; остеопороз. Соматические и клинические проявления в группах не имели стати-

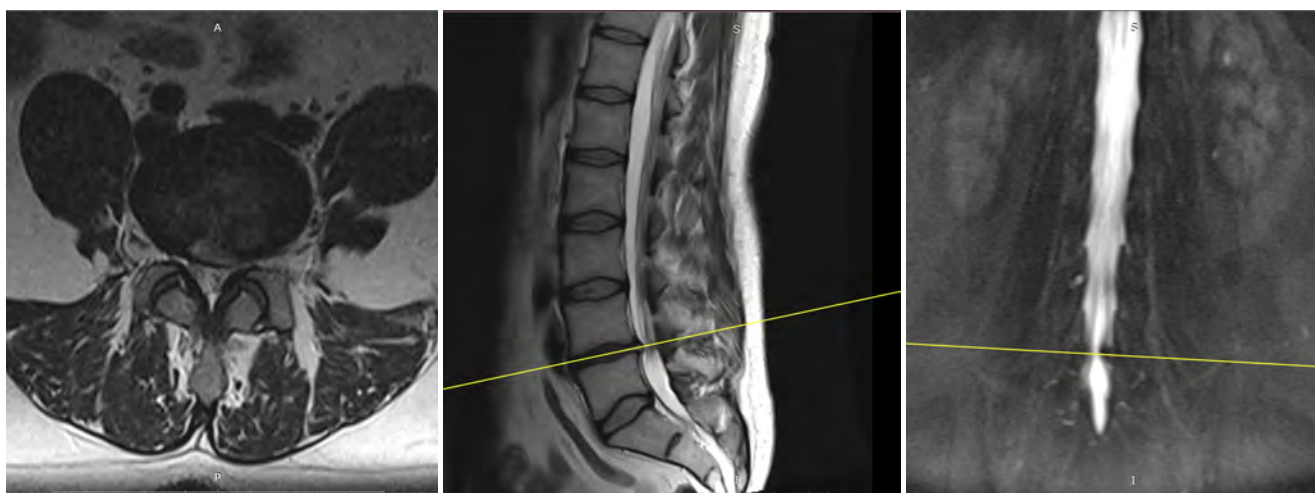
стически значимых различий и были сопоставимы. Пациенты подписали информированное согласие. Иссле-

дование разрешено этическим комитетом ИНЦХТ (протокол заседания № 9 от 08.12.2021).

**ТАБЛИЦА 1**  
**ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП**

**TABLE 1**  
**CHARACTERISTICS OF GROUPS**

| Показатели  |             | ОТПФ-кейдж (n = 10) | ОТПФ (n = 10) | ДТПФ (n = 20) |
|---|-------------|---------------------|---------------|---------------|
| Пол: муж./жен.  |             | 7 / 3               | 6 / 4         | - / 8         |
| Возраст   |             | 49,22 ± 4,8         | 50,18 ± 2,8   | 50,33 ± 4,5   |
| ИМТ   |             | 29,1 ± 5,58         | 30,1 ± 3,23   | 30,5 ± 3,33   |
| Степени дегенерации МПД<br>(классификация С.W. Pfirrmann) | II степень  | 3                   | 2             | 7             |
|   | III степень | 7                   | 8             | 11            |
|   | IV степень  |                     |               | 2             |



**a**



**б**

**РИС. 1.**  
**a** – магнитно-резонансная томография, T<sub>2</sub>-взвешенное изображение, аксиальный и сагиттальный срезы: спондилоартроз, левосторонняя грыжа диска L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub>; **б** – мультиспиральная компьютерная томография поясничного отдела: наличие транспедикулярной фиксации L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub> слева, межтеловой кейдж

**FIG. 1.**  
**a** – MRI, T<sub>2</sub>-weighted image, axial and sagittal sections: spondylarthrosis, left-sided L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub> disc herniation; **б** – MSCT of the lumbar spine: transpedicular fixation of L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub> on the left, interbody cage

Оценка результатов и удовлетворённость пациентов исходами лечения осуществлялась на основании визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) боли, шкалы Макнаб и русской версии индекса Освестри [24].

Статистическая обработка проведена с использованием программы SPSS Statistics 10 (IBM Corp., США). Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения, а различия между группами проанализированы с использованием критерия Пирсона  $\chi^2$ . Статистическая значимость была определена как  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка результатов хирургического лечения осуществлялась на основании регресса болевого вертеброгенного синдрома и неврологической симптоматики, восстановления статико-динамической функции позвоночника, показателей травматичности операции (продолжительность, величина кровопотери), удовлетворенности пациентов исходами. Данные представлены в таблице 2.

В результате анализа хирургического лечения было выявлено, что интраоперационная кровопотеря в группах с ОТПФ-кейджем и ОТПФ меньше, чем в группе с ДТПФ, так же, как и продолжительность операции.

Регресс болевого синдрома и улучшение качества жизни в послеоперационном периоде отмечены у всех пациентов при снижении оценки по ВАШ с  $8,39 \pm 0,3$  до  $2,39 \pm 0,3$  см ( $\chi^2 = 0,059; p < 0,05$ ), а индекса Освестри – с  $66 \pm 0,35$  до  $31,7 \pm 0,28$  ( $\chi^2 = 0,018; p < 0,05$ ). Купирование неврологической симптоматики (аллодиния, парестезии, слабость разгибателей стопы) отмечено у 38 пациентов. Все пациенты были активизированы на следующий день после операции с обязательной фиксацией поясничного отдела жёстким ортопедическим корсетом. Сроки послеоперационной реабилитации у пациентов составили от 1,5 до 2 месяцев, причём у мужчин они были меньше. За исключением 1 случая, все пациенты сохранили трудоспособность. В период 12-месячного наблюдения после операции имел место 1 случай усиления болей в поясничном отделе позвоночника на фоне прогрессирования дегенеративных изменений на смежном уровне при двусторонней транспедикулярной стабилизации. Пациент был вынужден изменить место работы. По данным контрольной мультиспиральной компьютерной томографии, несостоятельности имплантатов не выявлено. Таким образом, отличные и хорошие результаты после дискэктомии при задне-боковых и фораминальных грыжах диска с одноуровневой транспедикулярной фиксацией достигнуты у всех пациентов при наблюдении в течение 12 месяцев.

ТАБЛИЦА 2  
РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

TABLE 2  
THE RESULTS OF SURGICAL TREATMENT

| Показатели   |                           | ОТПФ-кейдж (n = 10) | ОТПФ (n = 10) | ДТПФ (n = 20) | p        |
|--|---------------------------|---------------------|---------------|---------------|----------|
| Время операции (мин)                               |                           | 60 ± 1,9            | 56 ± 1,4      | 75 ± 1,7      | p < 0,05 |
| Кровопотеря (мл)                                   |                           | 59,22 ± 2,8         | 57,18 ± 1,8   | 75,33 ± 2,5   | p < 0,05 |
| ВАШ  | до операции               | 8,35 ± 0,3          | 8,39 ± 0,2    | 8,45 ± 0,4    | p > 0,05 |
|  | при выписке из стационара | 2,45 ± 0,3          | 2,35 ± 0,4    | 2,37 ± 0,4    |          |
|  | через 6 мес.              | 1,23 ± 0,33         | 1,22 ± 0,36   | 1,41 ± 0,26   |          |
|  | через 12 мес.             | 0,90 ± 0,11         | 0,82 ± 0,15   | 0,92 ± 0,20   |          |
| Индекс Освестри                                    | до операции               | 66,3 ± 0,15         | 67,1 ± 0,25   | 64,6 ± 0,65   | p > 0,05 |
|  | при выписке из стационара | 31,7 ± 0,15         | 30,7 ± 0,15   | 32,7 ± 0,55   |          |
|  | через 6 мес.              | 18,1 ± 0,25         | 17,7 ± 0,15   | 19,7 ± 0,15   |          |
|  | через 12 мес.             | 9,16 ± 1,26         | 9,26 ± 1,45   | 12,26 ± 1,35  |          |
| Оценка по шкале Макнаб при выписке из стационара   | отлично                   | 10                  | 9             | 18            | p > 0,05 |
|  | хорошо                    | –                   | 1             | 2             |          |
|  | удовлетворительно         | –                   | –             | –             |          |
| Оценка по шкале Макнаб через 6 мес. после выписки  | отлично                   | 10                  | 9             | 18            | p > 0,05 |
|  | хорошо                    | –                   | 1             | 2             |          |
|  | удовлетворительно         | –                   | –             | –             |          |
| Оценка по шкале Макнаб через 12 мес. после выписки | отлично                   | 10                  | 9             | 17            | p > 0,05 |
|  | хорошо                    | –                   | 1             | 2             |          |
|  | удовлетворительно         | –                   | –             | 1             |          |

## ОБСУЖДЕНИЕ

Задние доступы к структурам позвоночного канала при дискэтомии с последующей моноклатеральной инструментальной стабилизацией позвоночного сегмента, как и классические технологии транспедикулярной фиксации, способствуют фиксации повреждённого позвоночно-двигательного сегмента, но в то же время позволяют избежать излишней травматизации мягких тканей [25–28]. Известно, что на этапе декомпрессии невралных образований позвоночного канала у пациентов с задне-боковыми и фораминальными межпозвоночными грыжами для невролиза и мобилизации корешкового нерва целесообразно выполнять резекцию части дугоотростчатого сустава, что предопределяет нестабильность сегмента. Другими рисками микрохирургического удаления грыжи диска являются её рецидив в сформированный дефект фиброзного кольца, повышенная нагрузка на дугоотростчатые суставы и экзакцербация болевого синдрома [29]. Профилактика рецидива грыжи диска может быть достигнута за счёт использования кейджа или протеза фиброзного кольца межпозвоночного диска Barricaid [30], тогда как стабилизация опорных структур позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) достигается односторонней одноуровневой транспедикулярной фиксацией в сочетании с межтеловым кейджем или без неё [31–33].

Совершенствование технологии оперативного лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника позволяет сформулировать основные положения, нивелирующие риски развития рецидива заболевания. Во-первых, оперативное лечение компрессионных форм дегенеративного поражения позвоночника должно обеспечить полноценную декомпрессию нервно-сосудистых образований позвоночного канала. Во-вторых, фиксация повреждённого позвоночно-двигательного сегмента предотвращает рецидив заболевания, обеспечивает раннюю реабилитацию пациентов. Эти положения связаны как с современными технологиями хирургии позвоночника, так и с применением микрохирургической техники.

Наш опыт, как и данные литературы о применении одно- и двухсторонних одноуровневых фиксирующих систем у пациентов с заднебоковыми и фораминальными грыжами поясничного отдела позвоночника, свидетельствуют об их эффективности. Снижение травматичности и продолжительности операции, объёма кровопотери – основные предикторы эффективности использования односторонних моносегментарных систем [26, 27].

Результаты исследования позволяют предположить, что для профилактики рецидива грыжи и нестабильности ПДС могут быть использованы технологии как односторонней, так и двусторонней фиксации, однако снижение травматичности вмешательства свидетельствует в пользу моноклатеральных систем. Проблема нуждается в дальнейшем подробном и мультицентровом изучении и накоплении клинических данных как в зарубежной, так и в отечественной практике.

## ВЫВОДЫ

Современные хирургические технологии при операциях с резекцией части дугоотростчатого сустава у пациентов с заднебоковыми и фораминальными грыжами в поясничном отделе позвоночника позволяют осуществить адекватную декомпрессию невралных структур позвоночного канала и стабилизацию ПДС.

Односторонняя моносегментарная инструментальная фиксация – эффективная технология, позволяющая достигнуть консолидации, обеспечить раннюю активизацию и социальную адаптацию пациентов.

### Источник финансирования

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

### Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Wang Y, Huang K. Research progress of diagnosing methodology for lumbar segmental instability: A narrative review. *Medicine (Baltimore)*. 2022; 101(1): e28534. doi: 10.1097/MD.00000000000028534
2. Евсюков А.В., Климов В.С., Лопарев Е.А. Результаты повторных вмешательств после инструментальной фиксации позвоночника при дегенеративно-дистрофическом заболевании поясничного отдела позвоночника. *Нейрохирургия*. 2017; (4): 65-73. [Evsyukov AV, Klimov VS, Loparev EA. Results of repeated surgical interventions after instrumental fixation of vertebral column in patients with degenerative-dystrophic disease of lumbar spine. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2017; (4): 65-73. (In Russ.)].
3. Яриков А.В., Смирнов И.И., Перльмуттер О.А., Фраерман А.П., Калинин А.А., Соснин А.Г., и др. Стеноз позвоночного канала поясничного отдела позвоночника. *Клиническая практика*. 2020; 11(3): 50-60. [Yarikov AV, Smirnov II, Perlmutter OA, Fraerman AP, Kalinkin AA, Sosnin AG, et al. Stenosis of the vertebral canal of the lumbar spine. *Journal of Clinical Practice*. 2020; 11(3): 50-60. (In Russ.)]. doi: 10.17816/clinpract34032
4. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, et al. The lumbar facet joint: A review of current knowledge: Part 1: Anatomy, biomechanics, and grading. *Skeletal Radiol*. 2011; 40(1): 13-23. doi: 10.1007/s00256-010-0983-4
5. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, et al. The lumbar facet joint: A review of current knowledge: Part II: Diagnosis and management. *Skeletal Radiol*. 2011; 40(2): 149-157. doi: 10.1007/s00256-010-0984-3
6. Сороковиков В.А. *Формирование синдрома нестабильности позвоночно-двигательного сегмента и патогенетически обоснованные способы его коррекции*: автореф. дис. докт. мед. наук. Иркутск; 2003. [Sorokovikov VA. *Formation of spinal motion segment instability syndrome and pathogenetically substantiated methods for its correction*: Abstract of the Dissertation of Dr. Sc. (Med.). Irkutsk; 2003. (In Russ.)].

7. Фраерман А.П., Яриков А.В., Котельников А.О., Смирнов И.И., Леонов В.А., Хомченков М.В., и др. Сегментарная нестабильность в поясничном отделе позвоночника при дегенеративно-дистрофических заболеваниях. *Наука и инновации в медицине*. 2020; 5(3): 164-169. [Fraerman AP, Yarikov AV, Kotelnikov AO, Smirnov II, Leonov VA., Khomchenkov MV, et al. Lumbar spine segmental instability in degenerative spine conditions. *Science and Innovations in Medicine*. 2020; 5(3): 164-169. (In Russ.)]. doi: 10.35693/2500-1388-2020-5-3-164-169
8. Никитин А.С., Гринь А.А. Диагностика нестабильности при дегенеративной болезни пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Нейрохирургия*. 2017; (3): 102-111. [Nikitin AS, Grin' AA. Diagnostics of instability at patients with degenerative disease of lumbar and sacral spine. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2017; (3): 102-111. (In Russ.)].
9. Крутько А.В., Байков Е.С., Коновалов Н.А., Назаренко А.Г. Сегментарная нестабильность позвоночника: нерешенные вопросы. *Хирургия позвоночника*. 2017; 14(3): 74-83. [Krutko AV, Baikov ES, Konovalov NA, Nazarenko AG. Segmental spinal instability: Unsolved problems. *Russian Journal of Spine Surgery*. 2017; 14(3): 74-83. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2017.3.74-83
10. Kim SK, Kang SS, Hong YH, Park SW, Lee SC. Clinical comparison of unilateral biportal endoscopic technique versus open microdiscectomy for single-level lumbar discectomy: A multicenter, retrospective analysis. *J Orthop Surg Res*. 2018; 13(1): 22. doi: 10.1186/s13018-018-0725-1
11. Qin R, Liu B, Hao J, Zhou P, Yao Y, Zhang F, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus posterior open lumbar microdiscectomy for the treatment of symptomatic lumbar disc herniation: A systemic review and meta-analysis. *World Neurosurg*. 2018; 120: 352-362. doi: 10.1016/j.wneu.2018.08.236
12. Zhang J, Liu TF, Shan H, Wan ZY, Wang Z, Viswanath O, et al. Decompression using minimally invasive surgery for lumbar spinal stenosis associated with degenerative spondylolisthesis: A review. *Pain Ther*. 2021; 10: 941-959. doi: 10.1007/s40122-021-00293-6
13. Thomé C, Klassen PD, Bouma GJ, Kuršumović A, Fandino J, Barth M, et al.; Annular Closure RCT Study Group. Annular closure in lumbar microdiscectomy for prevention of reherniation: A randomized clinical trial. *Spine J*. 2018; 18(12): 2278-2287. doi: 10.1016/j.spinee.2018.05.003
14. Шнякин П.Г., Ботов А.В., Амелченко А.А. Хирургические методы лечения рецидива болевого синдрома при дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2018; 12(3): 61-68. [Shnyakin PG, Botov AV, Amelchenko AA. Surgical methods of treatment of back pain syndrome recurrence in the degenerative pathology of the lumbar spine. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2018; 12(3): 61-68. (In Russ.)]. doi: 10.25692/ACEN.2018.3.8
15. Масевнин С.В., Пташников Д.А., Михайлов Д.А., Смекаленков О.А., Заборовский Н.С., Лапаева О.А., и др. Роль основных факторов риска в раннем развитии синдрома смежного уровня у пациентов после спондилодеза поясничного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2016; 13(3): 60-67. [Masevnin SV, Ptashnikov DA, Mikhailov DA, Smekalenkov OA, Zaborovsky NS, Lapayeva OA, et al. The role of the main risk factors in the early adjacent segment disease development in patients after lumbar fusion. *Russian Journal of Spine Surgery*. 2016; 13(3): 60-67. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2016.3.60-67
16. Животенко А.П., Потапов В.Э., Кошкарева З.В., Соколовиков В.А. Клинический случай хирургического лечения смежного сегмента позвоночника при спондилодезе. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(5): 53-59. [Zhivotenko AP, Potapov VE, Koshkareva ZV, Sokolovikov VA. A clinical case of surgical treatment of the adjacent segment of the spine during fusion. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(5): 53-59. (In Russ.)]. doi: 10.29413/ABS.2020-5.5.7
17. Макиров С.К., Юз А.А., Джахаф М.Т., Гусев С.С. Современные возможности задней динамической стабилизации позвоночника в профилактике синдрома смежного уровня: обзор литературы. *Хирургия позвоночника*. 2015; 12(1): 46-62. [Makirov SK, Yuz AA, Jahaf MT, Gusev SS. Modern opportunities of posterior dynamic stabilization of the spine to prevent adjacent segment syndrome: Review of the literature. *Russian Journal of Spine Surgery*. 2015; 12(1): 46-62. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2015.1.46-62
18. Lu P, Pan T, Dai T, Chen G, Shi KQ. Is unilateral pedicle screw fixation superior than bilateral pedicle screw fixation for lumbar degenerative diseases: A meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2018; 13(1): 296. doi: 10.1186/s13018-018-1004-x
19. Fujii K, Yamazaki M, Kang JD, Risbud MV, Cho SK, Qureshi SA, et al. Discogenic back pain: Literature review of definition, diagnosis, and treatment. *JBMR Plus*. 2019; 3(5): e10180. doi: 10.1002/jbm4.10180
20. Irmola TM, Häkkinen A, Järvenpää S, Marttinen I, Vihtonen K, Neva M. Reoperation rates following instrumented lumbar spine fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018; 43(4): 295-301. doi: 10.1097/BRS.0000000000002291
21. Афаунов А.А., Басанкин И.В., Кузьменко А.В., Шаповалов В.К. Анализ причин ревизионных операций при хирургическом лечении больных с поясничными стенозами дегенеративной этиологии. *Хирургия позвоночника*. 2014; 1: 86-93. [Afaunov AA, Basankin IV, Kuzmenko AV, Shapovalov VK. Analysis of reasons for revision surgery in patients treated for degenerative lumbar spinal stenosis. *Russian Journal of Spine Surgery*. 2014; 1: 86-93. (In Russ.)].
22. Климов В.С., Евсюков А.В., Халепа Р.В., Рябык С.О., Амелина Е.В., Маркин С.П., и др. Анализ структуры ревизионных вмешательств у пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника. *Нейрохирургия*. 2021; 23(1): 47-61. [Klimov VS, Evsyukov AV, Khalepa RV, Ryabykh SO, Amelina EV, Markin SP, et al. Analysis of the structure of revision interventions in elderly and senile patients with degenerative pathology of the lumbar spine. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2021; 23(1): 47-61. (In Russ.)]. doi: 10.17650/1683-3295-2021-23-1-47-61
23. De Kunder SL, Rijkers K, Caelers IJMH, de Bie RA, Koehler PJ, van Santbrink H. Lumbar interbody fusion: A historical overview and a future perspective. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018; 43(16): 1161-1168. doi: 10.1097/BRS.0000000000002534
24. Бахтатдзе М.А., Болотов Д.А., Кузьминов К.О. Индекс ограничения жизнедеятельности из-за боли в нижней части спины (опросник Освестри): оценка надежности и валидности русской версии. *Мануальная терапия*. 2016; 4(64): 24-33. [Bakhtadze MA, Bolotov DA, Kuzminov KO. Oswestry disability index: A study of reliability and validity of the Russian version. *The Manual Therapy Journal*. 2016; 4(64): 24-33. (In Russ.)].
25. Сампиев М.Т., Сычеников Б.А., Скабцов Н.В., Лягин А.С., Рынков И.П. Малоинвазивные методы оперативного лечения грыжи поясничного отдела позвоночника. *Русский медицинский журнал. ПМЖ. Медицинское обозрение*. 2019; 3(7): 21-27. [Sampiev MT, Sychenikov BA, Skabcovs NV, Lyagin AS, Rynkov IP. Minimally invasive surgical techniques for herniated disks in the lumbar spine. *Russian Medical Inquiry*. 2019; 3(7): 21-27. (In Russ.)].

26. Liu H, Xu Y, Yang SD, Wang T, Wang H, Liu FY, et al. Unilateral versus bilateral pedicle screw fixation with posterior lumbar interbody fusion for lumbar degenerative diseases: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(21): e6882. doi: 10.1097/MD.0000000000006882
27. Li H, Wang Z, Zhao J, Wu S, Sun H, Hu L, et al. Effects of unilateral and bilateral pedicle screw fixation on symptoms and quality of life of patients with lumbar degenerative diseases. *Am J Transl Res*. 2021; 13(5): 5216-5223.
28. Muthu S, Chellamuthu G. How safe is unilateral pedicle screw fixation in lumbar fusion surgery for management of 2-level lumbar degenerative disorders compared with bilateral pedicle screw fixation? Meta-analysis of randomized controlled trials. *World Neurosurg*. 2020; 140: 357-368. doi: 10.1016/j.wneu.2020.05.078
29. Kim CH, Chung CK, Park CS, Choi B, Kim MJ, Park BJ. Re-operation rate after surgery for lumbar herniated intervertebral disc disease: Nationwide Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38(7): 581-590. doi: 10.1097/BRS.0b013e318274f9a7
30. Kurzbuch AR, Tuleasca C, Fournier JY. Lumbar discectomy with annulus fibrosus closure: A retrospective series of 53 consecutive patients. *Neurochirurgie*. 2022; 68(4): 393-397. doi: 10.1016/j.neuchi.2021.12.009
31. Xin Z, Li W. Unilateral versus bilateral pedicle screw fixation in short-segment lumbar spinal fusion: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Int Orthop*. 2016; 40(2): 355-364. doi: 10.1007/s00264-015-2842-3
32. Godinho MI, Carvalho V, Matos MT, Fernandes PR, Castro APG. Computational modeling of lumbar disc degeneration before and after spinal fusion. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2021; 90: 105490. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2021.105490
33. Zhao Y, Yang S, Ding W. Unilateral versus bilateral pedicle screw fixation in lumbar fusion: A systematic review of overlapping meta-analyses. *PLoS One*. 2019; 14(12): e0226848. doi: 10.1371/journal.pone.0226848

#### Сведения об авторах

**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, <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

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

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

**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, <https://orcid.org/0000-0002-1352-0502>

**Скляренко Оксана Васильевна** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: oxanasklyarenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1077-7369>

**Ларионов Сергей Николаевич** – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующий научно-клиническим отделом нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: snlar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9189-3323>

#### Information about the authors

**Vladimir A. Sorokovikov** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Director, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, e-mail: vasorokovikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

**Vitaly E. Potapov** – Cand. Sc. (Med.), Senior Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: pva454@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9167-637X>

**Aleksandr P. Zhivotenko** – Research Officer at the Research Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: sivoten-ko1976@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4032-8575>

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

**Oksana V. Sklyarenko** – Cand. Sc. (Med.), Senior Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: oxanasklyarenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1077-7369>

**Sergey N. Larionov** – Dr. Sc. (Med.), Leading Research Officer, Head of the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: snlar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9189-3323>

#### Вклад авторов

Сороковиков В.А. – научное редактирование и утверждение рукописи для публикации.

Потапов В.Э. – поисково-аналитическая работа, лечение и обследование пациентов, проведение хирургической процедуры.

Животенко А.П. – поисково-аналитическая работа, написание текста статьи.

Горбунов А.В. – лечение и обследование пациентов, проведение хирургической процедуры.

Скляренко О.В. – динамическое наблюдение и контроль за пациентами после хирургического вмешательства.

Ларионов С.Н. – обсуждение результатов исследования, написание текста статьи.

Статья опубликована в рамках Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 25-летию Иркутского научного центра хирургии и травматологии.