

## БИПОРТАЛЬНАЯ ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ. КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ 250 БОЛЬНЫХ С ПАТОЛОГИЕЙ ПОЗВОНОЧНИКА

<sup>1</sup>Ступак В. В. ORCID ID 0000-0003-1065-1248,

<sup>2</sup>Аул Ш. А. ORCID ID 0000-0001-5574-7556,

<sup>2</sup>Бобылев А. Г. ORCID ID 0000-0003-0489-3945,

<sup>1</sup>Жалолов Ж. И. У., <sup>3</sup>Абдурахмонов А. А., <sup>3</sup>Кузиев О. И.,

<sup>1</sup>Кельмаков В. В. ORCID ID 0000-0002-2128-874X, <sup>1</sup>Куценко М. В.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я. Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: Vstupak@niito.ru;

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Новосибирской области «Новосибирская государственная областная клиническая больница», Новосибирск, Российская Федерация;

<sup>3</sup>Compass Hospital, Фергана, Узбекистан

Цель исследования – на основе комплексного анализа клинических данных оценить эффективность бипортальной эндоскопической хирургии в сравнении с традиционными методами микродискэктомии у пациентов с грыжами межпозвонковых дисков. Для достижения этой цели следовало решить ряд задач: сопоставить ключевые операционные показатели (длительность вмешательства и объём интраоперационной кровопотери) в группах бипортальной эндоскопии и стандартной микрохирургии; оценить степень и динамику болевого синдрома после выполненной операции по визуальной аналоговой шкале через 1, 3 и 12 месяцев после операции; на основе индекса Освестри (Oswestry) оценить функциональное восстановление пациентов для объективной оценки уровня повседневной активности; сравнить продолжительность госпитализации в обеих группах, чтобы выявить потенциальные экономические и организационные преимущества минимально инвазивного подхода; изучить частоту послеоперационных осложнений и рецидивов грыж межпозвонковых дисков в отдалённом периоде для оценки безопасности и долгосрочной эффективности; разработать предварительные критерии отбора пациентов, позволяющие максимизировать клинические результаты применения бипортальной эндоскопической хирургии. Средняя длительность операции и кровопотеря при использовании методики бипортальной эндоскопической хирургии для удаления грыж межпозвонковых дисков уменьшается более чем на 40% по сравнению с традиционными открытыми методами микрохирургии. Послеоперационная боль по шкале VAS снижается в 2,5 раза, по индексу ODI состояние больных улучшается более чем на 60%. Средняя длительность госпитализации составляет 2,1 суток против 5,4 суток в группе сравнения. Частота рецидивов грыж межпозвонковых дисков при бипортальной эндоскопической хирургии не превышает 3,5%. Реализация поставленных задач позволит обосновать целесообразность внедрения бипортальной эндоскопической хирургии позвоночника в клиническую практику, определить место бипортальной эндоскопической хирургии в алгоритме лечения дискогенных патологий позвоночника, сформировать доказательную базу для проведения дальнейших мультицентровых исследований в этой области.

Ключевые слова: бипортальная эндоскопическая хирургия, грыжа диска, микродискэктомия, малоинвазивная нейрохирургия, декомпрессия позвоночника.

## BIportal ENDOSCOPIC SPINE SURGERY: CLINICAL OUTCOMES OF SURGICAL TREATMENT IN 250 PATIENTS WITH SPINAL PATHOLOGY

<sup>1</sup>Stupak V. V. ORCID ID 0000-0003-1065-1248,

<sup>2</sup>Aul Sh. A. ORCID ID 0000-0001-5574-7556,

<sup>2</sup>Bobylev A. G. ORCID ID 0000-0003-0489-3945,

<sup>1</sup>Jalolov J. I., <sup>3</sup>Abdurakhmonov A. A., <sup>3</sup>Kuziev O. I.,

<sup>1</sup>Kelmakov V. V. ORCID ID 0000-0002-2128-874X, <sup>1</sup>Kutsenko M. V.

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya. L. Tsiyvan of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation,

*e-mail: Vstupak@niito.ru;*

*<sup>2</sup>State Budgetary Institution of Healthcare of the Novosibirsk Region Novosibirsk «State Regional Clinical Hospital»,  
Novosibirsk, Russian Federation;*

*<sup>3</sup>Compass Hospital, Fergana, Uzbekistan*

The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of biportal endoscopic surgery in comparison with traditional microdiscectomy methods in patients with herniated intervertebral discs based on a comprehensive analysis of clinical data. To achieve this goal, it was necessary to solve a number of tasks: to compare key operational indicators (duration of intervention and volume of intraoperative blood loss) in the groups of biportal endoscopy and standard microsurgery; to assess the degree and dynamics of pain syndrome after surgery performed on a visually analog scale after 1, 3 and 12 months after surgery; to assess functional recovery based on the index of severity to objectively assess the level of daily activity; to compare the duration of hospitalization in both groups in order to identify the potential economic and organizational advantages of a minimally invasive approach; to study the frequency of postoperative complications and recurrence of intervertebral disc herniations in the long term to assess safety and long-term effectiveness; to develop preliminary criteria for selecting patients to maximize the clinical results of biportal endoscopic surgery. The average duration of surgery and blood loss when using the technique of biportal endoscopic surgery for the removal of herniated discs is reduced by more than 40%, compared to traditional open microsurgery methods. Postoperative pain on the VAS scale is reduced by 2.5 times, according to the ODI index, the condition of patients improves by more than 60%. The average duration of hospitalization is 2.1 days against 5.4 days in the comparison group. The rate of recurrence of herniated intervertebral discs in biportal endoscopic surgery does not exceed 3.5%. The implementation of the set tasks will allow to substantiate the expediency of introducing biportal endoscopic surgery of the spine into clinical practice, to determine the place of biportal endoscopic surgery in the algorithm of treatment of discogenic pathologies of the spine, to form an evidence base for further multicenter studies in this area.

Keywords: biportal endoscopic surgery, disc herniation, microdiscectomy, minimally invasive neurosurgery, spinal decompression.

## **Введение**

За последние два десятилетия развитие минимально инвазивной хирургии позвоночника стало одним из наиболее значимых направлений современной нейрохирургии.

В настоящее время число малоинвазивных операций на позвоночнике для удаления грыж межпозвонковых дисков неуклонно растет [1]. Чрескожная эндоскопическая дискэктомия позволяет, в отличие от открытого микрохирургического вмешательства, направленного на удаление грыжи диска, существенно сохранять мышечно-связочный аппарат позвоночника [2; 3].

Особое место среди минимально инвазивных методик занимает бипортальная эндоскопическая хирургия позвоночника (Biportal Endoscopic Spine Surgery – BESS). К. Т. Foley и М. М. Smith в 1996 году впервые разработали метод микрохирургического удаления грыжи поясничного межпозвонкового диска с эндоскопической ассистенцией, о котором сообщили в 1997 и 1999 годах [4]. Этот метод представляет собой усовершенствованный вариант эндоскопической дискэктомии, при котором хирург использует один порт, предназначенный для оптических инструментов и системы орошения физиологическим раствором, другой - для хирургических инструментов. Как сообщают авторы, разработанная методика перед классической открытой микрохирургией удаления грыжи диска более безопасна и эффективна в связи с тем, что позволяет хирургу осуществлять полноценный обзор зоны интереса и тем самым хорошо контролировать момент декомпрессии корешка, что

и обеспечивает уменьшение числа осложнений в послеоперационном периоде на 35–45%. Все это приводит к более быстрому функциональному восстановлению оперируемых [5].

В связи с этим бипортальный метод был подхвачен и стал широко внедряться в странах Европы и Азии при дегенеративных заболеваниях позвоночника, главным образом для удаления грыж дисков [6; 7].

Овладение данной методикой требует от нейрохирурга серьезной подготовки навыков в освоении эндоскопической техники. Это делает актуальным детальное изучение преимуществ и ограничений метода, а также разработку критериев отбора пациентов для получения оптимальных клинических исходов.

### **Цель исследования**

На основании комплексного обследования и сопоставления клинических данных оперированных больных с грыжами межпозвонковых дисков оценить эффективность бипортальной эндоскопической хирургии по сравнению с традиционными методами микродискэктомии.

### **Материалы и методы исследования**

Выполнено открытое наблюдательное неконтролируемое нерандомизированное многоцентровое ретроспективно-проспективное исследование, включая сравнительный анализ результатов бипортальных эндоскопических операций и традиционных методов микродискэктомий.

Настоящее исследование выполнено на основе клинических наблюдений 350 больных с грыжами межпозвонковых дисков поясничного и шейного отделов позвоночника, оперированных в период с января 2024 по июнь 2025 года. 250 пациентов (первая группа) оперированы в нейрохирургическом отделении COMPASS Hospital (г. Фергана, Узбекистан), им проводили эндоскопические вмешательства по бипортальной эндоскопической методике. Вторую группу составили 100 человек, оперированных в Государственной Новосибирской областной клинической больнице (Новосибирск, Россия) и в Новосибирском НИИТО им. Я. Л. Цивьяна (Новосибирск, Россия) за аналогичный период стандартной микрохирургической техникой.

Из 250 пациентов первой группы 145 (58%) составляли мужчины и 105 (42%) – женщины. Медиана возраста пациентов 46 лет [26;66]. Локализация патологического процесса: поясничный отдел – 236 случаев (94,4%); шейный отдел – 14 случаев (5,6%). Наиболее часто поражались уровни L4–L5 (48%) и L5–S1 (35%).

Среди 100 больных, составивших вторую группу, мужчин было 63 (63%), женщин – 37 (37%). Медиана возраста была равна 43 годам [22;64]. У 91 пациента был поражен

поясничный, у 9 – шейный отдел позвоночника. Чаще всего страдали L5–S1 – 35 (38%) и L4–L5 – 48 (53%) межпозвонковые диски.

Для оценки результатов хирургического лечения использованы клинические, нейровизуализационные (МРТ и КТ) методы. Изучались длительность операции (мин.); интраоперационная кровопотеря (мл); выраженность болевого синдрома по шкале VAS; индекс функциональной активности (Oswestry Disability Index, ODI); длительность госпитализации (сутки); частота рецидивов грыж дисков и осложнений.

Оценка эффективности методики проводилась через 1, 3 и 12 месяцев после операции. Рецидивом считалось повторное появление грыжи на том же уровне, подтверждённое МРТ.

Критерием включения были грыжи межпозвонковых дисков на шейном и поясничном уровне. Критериями исключения являлись наличие массивных секвестрированных и обызвествившихся грыж с выраженным стенозом позвоночного канала, инфекционные поражения и опухолевые процессы позвоночника, спинного мозга и его корешков.

Все операции бипортальной эндоскопической хирургии позвоночника выполнялись стандартно под общим обезболиванием с применением эндоскопической системы Karl Storz (Германия), включающей источник холодного света, HD-камеру, ирригационно-аспирационную систему и набор микроинструментов диаметром 3,5–4,0 мм. Использовалась стандартная схема портов: оптический канал – 8 мм, вводимый под углом 30°; рабочий канал – 10 мм, через который вводились щипцы, кюретки и радиочастотный коагулятор.

Для статистической обработки использован пакет SPSS 26.0 (IBM, США). Для сравнения групп применялись *t*-тест Стьюдента и  $\chi^2$ -тест. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Операционные данные. Средняя длительность операции при бипортальной технике составила  $70 \pm 15$  минут, что на 35–40% меньше, чем при традиционной микродискэктомии ( $110 \pm 20$  минут,  $p < 0,01$ ). Средняя интраоперационная кровопотеря в группе исследования была  $85 \pm 30$  мл, тогда как в группе сравнения достигала  $220 \pm 50$  мл ( $p < 0,001$ ). Ни в одном случае не потребовалось гемотрансфузии или экстренной конверсии в открытую операцию. В большинстве наблюдений визуализация анатомических структур (дуральный мешок, корешки спинного мозга, фасеточные суставы) была значительно лучше при бипортальном подходе, что позволило хирургу более точно верифицировать, удалить грыжевое выпячивание и тем самым провести декомпрессию нервного корешка без чрезмерной его тракции.

Послеоперационные результаты. Средняя длительность госпитализации у оперированных первой группы составила  $2,1 \pm 0,5$  суток, что более чем в два раза меньше по сравнению с традиционной хирургией ( $5,4 \pm 1,1$  суток,  $p < 0,001$ ) (рис.).

Средние показатели боли в баллах по шкале VAS в раннем послеоперационном периоде представлены в таблице. ODI в течение 3 месяцев также снизился с  $52\pm 8\%$  до  $18\pm 5\%$ , что отражает значительное восстановление физической активности. Пациенты приступали к своим профессиональным обязанностям не через 3-4 недели, как больные, оперированные традиционной открытой микрохирургической методикой, а через 10-14 дней.

Динамика средних показателей боли по шкале VAS (баллы)

Шкала VAS (баллы)										$\chi^2$	p
1-я группа					2-я группа						
Число больных	До операции	3-и сутки	1 месяц	6 месяцев	Число больных	До операции	3-и сутки	1 месяц	6 месяцев		
250	7,1±1,3	2,8±0,9	1,9±0,6	1,2±0,5	100	7,4±1,1	4,9±1,1	2,9±0,3	2,2±0,2	7,89**	0,036*

Примечание. \* - различия достоверны при  $P < 0,05$ . \*\* - разность значима на 5%-ном уровне при  $\chi^2 > 6,76$ .

Частота возникновения рецидивов, главной причиной возникновения которых было неполное удаление грыжи, составила 3,5%, что в 2,5 раза меньше по сравнению со второй группой (8,7%) (рис.). Осложнения в виде функциональной нестабильности позвоночника, инфекционных осложнений со стороны мягких тканей и ликворея отсутствовали.

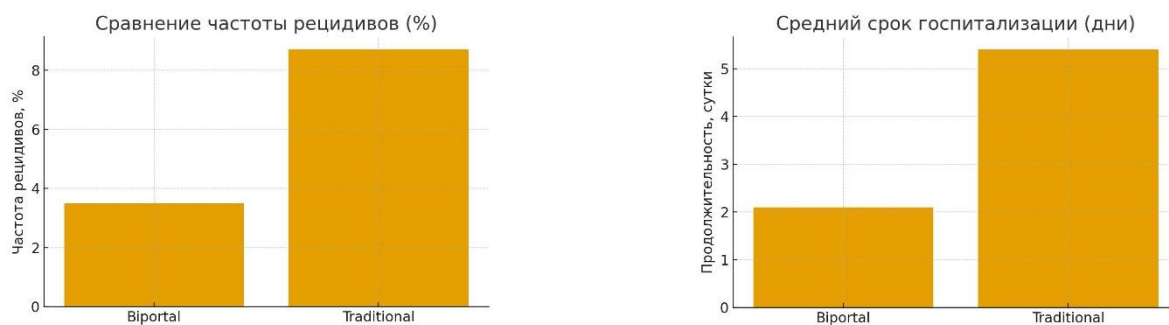
Проведенное исследование подтвердило основное преимущество метода, заключающееся в хорошем обзоре зоны вмешательства, позволяющем хирургу точно и без дополнительной травмы корешков спинного мозга удалять грыжу диска и проводить декомпрессию компремирующего корешка, сохраняя при этом целостность дурального мешка и задних структур позвоночника.

Наряду с этим данная методика ведет к снижению операционной травмы мягких тканей, по сравнению с открытой микродискэктомией, что способствует снижению болей, быстрому заживлению раны и предотвращению рубцового перерождения паравертебральных мышц [8; 9]. Постоянная ирригация раны физиологическим раствором значительно снижает риск инфицирования, что подтверждено результатами представленной работы: ни в одном случае не отмечены инфекционные осложнения со стороны мягких тканей.

Клинические данные, изложенные в работе, позволяют говорить о том, что бипортальная эндоскопическая хирургия, по сравнению со стандартной микрохирургией,

значительно быстрее восстанавливает функциональную активность больных, сокращает сроки нетрудоспособности и частоту рецидивов грыж.

В серии наблюдений у больных группы исследования уровень боли по VAS снизился на 60%, а функциональный индекс Oswestry вырос более чем в 2,8 раза. Это согласуется с данными [10], где указывалось, что пациенты возвращались к активной деятельности в среднем через 3–4 недели после вмешательства.



*Частота рецидивов грыж дисков и сроки госпитализации оперированных  
(составлено авторами по результатам данного исследования)*

Итак, результаты хирургии бипортальным методом у больных с грыжами межпозвоночных дисков, полученные в COMPASS Hospital (г. Фергана, Республика Узбекистан), сопоставимы с данными литературы, что подтверждает универсальность методики при соблюдении стандартов оборудования и профессионального уровня подготовки хирургов [11].

Tan B. (2023), Li J. (2023) говорят о 3,8% рецидивах грыж дисков и уровне боли по VAS < 3 баллов через 72 часа после проведенной операции [12; 13]. Длительность операции по Xiao S. et al. (2023) по продолжительности была не только меньше по времени при использовании метода UBE, но и объему кровопотери – 52,78 мл [14]. Сроки госпитализации, по данным того же автора, составили  $4,0 \pm 1,4$  дня [15].

Несмотря на очевидные преимущества, метод имеет определённые ограничения. Во-первых, бипортальная техника требует высокого уровня подготовки хирурга и развитого пространственного восприятия. Ошибки в определении анатомических ориентиров могут привести к осложнениям, таким как повреждение дурального мешка или остаточная компрессия нервных структур. Во-вторых, реализация метода невозможна без современного эндоскопического оборудования (системы визуализации высокого разрешения, ирригационно-аспирационные установки, радиочастотные коагуляторы), что увеличивает стоимость процедуры. В странах с ограниченными ресурсами (в том числе в Центральной Азии) этот

фактор остаётся сдерживающим для широкого внедрения методики. В-третьих, имеются анатомические ограничения: при массивных медианных грыжах, выраженном стенозе позвоночного канала и кальцифицированных протрузиях выполнение операции затруднено или требует конверсии в открытый доступ.

Освоение бипортальной техники требует прохождения специализированных курсов и симуляционных тренировок. Согласно данным Jinchao Xu et al. (2021), средняя «кривая обучения» для уверенного выполнения операций составляет около 54 случаев [16]. Опытные хирурги отмечают, что после освоения методики мануальные возможности значительно расширяются, а операционные движения становятся более физиологичными. Развитие виртуальных симуляторов и тренажёров на основе 3D-анатомии способствует ускоренному обучению молодых специалистов. В COMPASS Hospital с 2024 года внедрены учебные программы, основанные на моделях позвоночника и эндоскопических тренингах под контролем инструкторов из Южной Кореи.

Несмотря на первоначально высокую стоимость оборудования, экономическая эффективность метода подтверждается за счёт сокращения времени госпитализации и сроков реабилитации. По оценкам Европейской ассоциации спинальных хирургов 2022 года, снижение длительности стационарного пребывания в среднем на три дня позволяет компенсировать затраты на оборудование в течение первого года внедрения методики. Таким образом, бипортальная хирургия является не только клинически, но и экономически оправданным направлением развития современной нейрохирургии.

### **Заключение**

Анализ клинических данных COMPASS Hospital (Фергана, 2024–2025 годы) показал, что бипортальная эндоскопическая хирургия позвоночника является одним из наиболее значимых достижений современной минимально инвазивной нейрохирургии. По совокупности показателей данная технология является высокоэффективным, малотравматичным методом, имеет низкий риск осложнений и быстрее восстанавливает функциональную активность пациента, что делает её методом выбора при лечении большинства больных с грыжами межпозвонковых дисков.

Полученные данные свидетельствуют о том, что:

1) средняя длительность операции и кровопотеря при использовании методики бипортальной эндоскопической хирургии для удаления грыж межпозвонковых дисков уменьшается более чем на 40% по сравнению с традиционными открытыми методами микрохирургии;

2) послеоперационная боль по шкале VAS снижается в 2,5 раза, по индексу ODI состояние больных улучшается более чем на 60%;

3) средняя длительность госпитализации составляет 2,1 суток против 5,4 суток в группе сравнения;

4) частота рецидивов грыж межпозвонковых дисков при бипортальной эндоскопической хирургии не превышает 3,5%.

В то же время дальнейшее развитие технологии требует: совершенствования системы обучения хирургов: стандартизации показаний и методики операции; создания международных регистров для оценки отдалённых результатов.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в сравнительной оценке бипортальных и роботизированных эндоскопических технологий, получении и анализе отдаленных результатов исследования (более 5 лет с момента проведения операции).

### Список литературы

1. Бывальцев В. А., Калинин А. А., Коновалов Н. А. Минимально инвазивная хирургия позвоночника: этапы развития // Вопросы нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко. 2019. Т. 83. № 5. С. 92–100. DOI: 10.17116/neiro20198305192.
2. Ruetten S., Komp M. Endoscopic Lumbar Decompression // Neurosurg Clin N Am. 2020. Vol. 31. Is. 1. P. 25-32. DOI: 10.1016/j.nec.2019.08.003.
3. Пиров У. М., Рахмонов Х. Д., Салимзода А. Х., Ходжаназаров Ф. Г., Коситов Д. Д. UBE как современный подход хирургического лечения грыж межпозвонкового диска со стенозом поясничного отдела позвоночника // Здравоохранение Таджикистана. 2024. № 2. С. 56-64. DOI: 10.52888/0514-2515-2024-361-2-56-64.
4. Jain S., Merchant Z., Kire N., Patel J., Patel A., Kundnani V. Learning Curve of Microendoscopic Discectomy in Single-Level Prolapsed Intervertebral Disc in 120 Patients // Global Spine J. 2020. Vol. 10. Is. 5. P. 571-577. DOI: 10.1177/2192568219866169.
5. Фищенко Я. В., Балан С. И., Блонский Р. И., Борзых Н. А., Кравчук Л. Д. Эффективность метода бипортальной эндоскопической хирургии в лечении грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела // Georgian Medical News . 2020. Т. 301. № 4 (301). С. 21-27. URL: [https://www.geomednews.com/Articles/2020/4\\_2020/21-27.pdf](https://www.geomednews.com/Articles/2020/4_2020/21-27.pdf)
6. Hwa Eum J., Hwa Heo D., Son S. K., Park C. K. Percutaneous biportal endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis: a technical note and preliminary clinical results // J. Neurosurg Spine. 2016. Vol. 24. Is. 4. P. 602–7. DOI: 10.3171/2015.7.SPINE15304.
7. Torudom Y., Dilokhuttakarn T. Two Portal Percutaneous Endoscopic Decompression for Lumbar Spinal Stenosis: Preliminary Study // Asian Spine Journal. 2016. Vol. 10. Is. 2. P. 335-42. Georgian Medical News 10.4184/asj.2016.10.2.335.

8. Kim J. E., Choi D. J. Bi-portal Arthroscopic Spinal Surgery (BASS) with 30° arthroscopy for far lateral approach of L5-S1 – Technical note // *J Orthop*. 2018. Vol. 15. Is. 2. P. 354- 358. DOI: 10.1016/j.jor.2018.01.034
9. Добыш А. А., Кириленко С. И., Рожин В. В., Мазуренко А. Н. Анализ результатов эндоскопического и микрохирургического удаления грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника // *Медицинские новости*. 2019. № 7. С. 9–12.
10. Арестов С. О., Гуца А. О., Кашеев А. А. Особенности техники и отдаленные результаты порталных эндоскопических вмешательств при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко*. 2011. Т. 75. № 1. С. 27-33. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=pizfer>.
11. Jinchao Xu., Dong Wang., Jidan Liu., Chengyue Zhu., Jianhang Bao., Wenshuo Gao., Wei Zhang., Hao Pan. Learning Curve and Complications of Unilateral Biportal Endoscopy: Cumulative Sum and Risk-Adjusted Cumulative Sum Analysis // *Neurospine*. 2022. Vol. 19. Is. 3. P. 792-804. DOI: 10.14245/ns.2143116.558.
12. Tan B., Yang Q.-Y., Fan B., Xiong C. Decompression via Unilateral Biportal Endoscopy for Severe Degenerative Lumbar Spinal Stenosis: A Comparative Study with Decompression via Open Discectomy // *Frontiers in Neurology*. 2023. Vol. 14. P. 1132698. DOI: 10.3389/fneur.2023.1132698.
13. Li J., Yin J., Liu J., Lin H., Yuan H. Comparison of Unilateral Biportal Endoscopy Decompression and Microscopic Decompression Effectiveness in Lumbar Spinal Stenosis Treatment: A Systematic Review and Meta-analysis // *Asian Spine J*. 2023. Vol. 17. Is. 2. P. 418–430. DOI: 10.31616/asj.2021.0527.
14. Xiao S., Zhou S., Pan S., Ning J., Gan X., Guan Y. Comparison of Endoscopic and Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for Lumbar Degenerative Diseases: A Meta-analysis // *Clin Spine Surg*. 2024. Vol. 37. Is. 2. P. 56-66. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001428.
15. Волков И. В., Карабаев И. Ш., Пташников Д. А., Коновалов Н. А., Поярков К. А. Результаты трансфораминальной эндоскопической дискэктомии при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // *Травматология и ортопедия России*. 2017. Т. 23. № 3. С. 32-42. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-32-42.
16. Chen L., Zhu B., Zhong H. Z., Wang Y. G., Sun Y. S., Wang Q. F., Liu J. J., Tian D. S., Jing J. H. The Learning Curve of Unilateral Biportal Endoscopic (UBE) Spinal Surgery by CUSUM Analysis // *Front Surg*. 2022. Vol. 9. P. 873691. DOI: 10.3389/fsurg.2022.873691.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

**Финансирование:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

**Financing:** The research was performed without external funding.