



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ALIF И TLIF ПРИ РЕЦИДИВНОМ ПОРАЖЕНИИ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ НА L₅–S₁ УРОВНЕ

Ш.Х. Гизатуллин^{1,3}, Н.А. Пестов¹, И.С. Лысенко², В.Ю. Курносенко¹, И.П. Дубинин¹, М.Т. Сампиев²

¹Главный военный клинический госпиталь им. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия;

²Российский университет дружбы народов, Москва, Россия;

³Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

Цель исследования. Анализ ближайших и отдаленных результатов оперативного лечения рецидивной одноуровневой грыжи межпозвонкового диска L₅–S₁ методами тотального удаления пораженного диска передним доступом со спондилодезом (ALIF) и дискэктомии из заднего доступа с трансфораминальным спондилодезом (TLIF).

Материал и методы. Прооперированы 180 пациентов (группа ALIF – 87, TLIF – 93) по поводу рецидивного одноуровневого (L₅–S₁) поражения межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника. Среднее время возникновения рецидива составило 3 года ± 5 мес.

Результаты. Средняя продолжительность оперативного вмешательства при выполнении ALIF составила 92 ± 14 мин, при TLIF – 120 ± 18 мин ($p < 0,05$). В группе ALIF при сравнении предоперационного и послеоперационного баллов по ВАШ достоверно болевой синдром почти полностью регрессировал. В группе TLIF ($n = 93$) болевой синдром по ВАШ также регрессировал, но в меньшей степени. Функциональная оценка по ODI выявила положительную динамику у всех пациентов после операции. Несмотря на позитивную динамику в обеих группах, разница в степени улучшения статистически значима в пользу ALIF ($p < 0,05$). Оценка по модифицированной шкале MacNab показала, что в группе ALIF подавляющее число пациентов оценили результат как отличный; в группе TLIF – как хороший. В группах ALIF и TLIF сопоставимо высокий процент формирования полноценного костного блока. У четырех пациентов зафиксирована недостаточность сращения. В группе ALIF отмечено лучшее восстановление поясничного лордоза. Среднее увеличение угла лордоза в группе ALIF – 11,5° ± 2,1°, в группе TLIF – 3,9° ± 0,8° ($p < 0,01$).

Заключение. ALIF и TLIF являются эффективными методами хирургического лечения рецидивного одноуровневого поражения межпозвонкового диска L₅–S₁. Несмотря на техническую сложность и наличие определенных ограничений к применению переднего доступа, ALIF может рассматриваться как предпочтительный хирургический подход при рецидивной грыже диска на уровне L₅–S₁, особенно у пациентов с нарушениями сагиттального профиля, выраженным болевым синдромом и необходимостью восстановления высоты межпозвонкового пространства.

Ключевые слова: рецидив грыжи межпозвонкового диска; ALIF; TLIF; спондилодез.

Для цитирования: Гизатуллин Ш.Х., Пестов Н.А., Лысенко И.С., Курносенко В.Ю., Дубинин И.П., Сампиев М.Т. Сравнительный анализ ALIF и TLIF при рецидивном поражении межпозвонковых дисков на L₅–S₁ уровне // Хирургия позвоночника. 2026. Т. 23, № 1. С. 56–62.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.56-62>

COMPARATIVE ANALYSIS OF ALIF AND TLIF IN RECURRENT L5–S1 INTERVERTEBRAL DISC DISEASE

Sh.Kh. Gizatullin^{1,3}, N.A. Pestov¹, I.S. Lysenko², V.Yu. Kurnosenko¹, I.P. Dubinin¹, M.T. Sampiev²

¹Main Military Clinical Hospital n.a. N.N. Burdenko, Moscow, Russia;

²Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;

³Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Objective. To analyze the immediate and long-term results of surgical treatment of recurrent single-level herniated L5–S1 intervertebral disc using the methods of total removal of the affected disc through anterior approach with spondylosis (ALIF) and discectomy from the posterior approach with transforaminal spondylosis (TLIF).

Material and Methods. A total of 180 patients (ALIF group – 87, TLIF group – 93) were operated on for recurrent single-level lumbosacral L5–S1 intervertebral disc disease. The average time to recurrence was 3 years ± 5 months.

Results. The average duration of surgery for ALIF was 92±14 min, for TLIF – 120 ± 18 min ($p < 0.05$). Comparison of preoperative and postoperative VAS scores showed that pain syndrome reliably regressed almost completely in patients of the ALIF group. In the TLIF group ($n = 93$), pain syndrome also regressed, but to a lesser extent. Functional assessment according to ODI revealed positive dynamics after surgery in all patients. Despite the positive dynamics in both groups, the difference in the degree of improvement was statistically significant in favor of ALIF ($p < 0.05$). In accordance with the modified MacNab scale, the overwhelming majority of patients in the ALIF group rated the outcome as ex-

cellent, while in the TLIF group — as good. In the ALIF and TLIF groups, a comparable high percentage of a complete bone block formation was recorded. Insufficient fusion was recorded in four patients. Better restoration of lumbar lordosis was noted in the ALIF group. The average increase in the lordosis angle in the ALIF group was $11.5^\circ \pm 2.1^\circ$, in the TLIF group — $3.9^\circ \pm 0.8^\circ$ ($p < 0.01$).

Conclusion. ALIF and TLIF are effective methods of surgical treatment for recurrent single-level L₅–S₁ intervertebral disc disease. Despite the technical complexity and certain limitations of the anterior approach, ALIF can be considered as a preferred surgical approach for recurrent L₅–S₁ disc herniation, especially in patients with sagittal profile abnormalities, severe pain, and the need to restore the height of the intervertebral space.

Key Words: recurrent disc herniation; ALIF; TLIF; fusion.

Please cite this paper as: Gizatullin ShKh, Pestov NA, Lysenko IS, Kurnosenko VYu, Dubinin IP, Sampiev MT. Comparative analysis of ALIF and TLIF in recurrent L₅–S₁ intervertebral disc disease. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2026;23(1):56–62. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.56-62>

Рецидив грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела остается одной из проблем в спинальной нейрохирургии, встречаясь, по разным данным [1, 2], в 5–15 % случаев. Повторные вмешательства традиционно осуществляются через задний доступ, однако технические сложности, обусловленные рубцово-спаечными изменениями, повышенным риском повреждения твердой мозговой оболочки и возможным повреждением спинно-мозговых корешков, нередко становятся причиной неудовлетворительных исходов [3]. На этом фоне растет интерес к альтернативным методам — передним и латеральным доступам (ALIF, OLIF, LLIF), которые обеспечивают безопасный и эффективный путь для ревизионного вмешательства с возможностью минимизировать взаимодействие с рубцовой тканью и, как следствие, уменьшить травматизацию невралгических структур [4].

В настоящее время классические методы хирургического лечения включают задние межтеловые спондилодезы, такие как PLIF (posterior lumbar interbody fusion) и TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion). Эти методы позволяют напрямую устранить компрессию невралгических структур позвоночного канала и стабилизировать пораженный сегмент с помощью межтеловых кейджей и задней фиксации [5, 6]. Однако при повторных вмешательствах такие подходы демонстрируют ограниченную эффективность и сопряжены с рядом трудностей. Рубцово-спаечные изменения в позвоночном канале значительно затрудняют

доступ к диску, увеличивают риск повреждения твердой мозговой оболочки и корешков, а также способствуют развитию послеоперационных осложнений, самым распространенным из которых является рецидивирующая боль [7, 8]. Кроме того, в ряде обзоров подчеркивается, что при PLIF и TLIF сложнее добиться адекватного восстановления поясничного лордоза, особенно у пациентов с выраженным снижением межтелового пространства [9, 10]. Это побуждает исследователей и клиницистов искать менее инвазивные и более анатомически обоснованные доступы.

Цель исследования — анализ ближайших и отдаленных результатов оперативного лечения рецидивной одноуровневой грыжи межпозвонкового диска L₅–S₁ методами тотального удаления пораженного диска передним доступом со спондилодезом (ALIF) и дискэктомии из заднего доступа с трансфораминальным спондилодезом (TLIF).

Материал и методы

Исследование проводилось на клинической базе Главного военного клинического госпиталя им. Н.Н. Бурденко (Москва). Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко (протокол № 297 от 04.09.2025). Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Дизайн исследования: сравнение двух групп при ретроспективно-

проспективном когортном наборе материала.

В исследование включены 180 пациентов, оперированных по поводу рецидивного одноуровневого поражения межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника L₅–S₁. Всем пациентам ранее была выполнена микродискэктомия L₅–S₁, в дальнейшем развился рецидив грыжи, потребовавший проведения межтелового спондилодеза. Среднее время возникновения рецидива — 3 года \pm 5 мес.

Критерии включения:

- в анамнезе — микродискэктомия на уровне L₅–S₁;
- подтвержденный инструментальными методами обследования рецидив грыжи межпозвонкового диска L₅–S₁;
- неэффективность консервативной терапии в течение 8–12 недель;
- проведение спондилодеза методом ALIF или TLIF;
- наличие полного набора до- и послеоперационных клинико-инструментальных данных.

Предоперационная оценка. Всем пациентам проводили предоперационную визуализацию поясничного отдела позвоночника (МРТ, КТ, функциональная рентгенография). Осуществляли предоперационный анализ сагиттального баланса, в том числе пояснично-тазовых параметров, с целью оптимального подбора межтелового имплантата.

Хирургическая техника. В качестве межтеловых имплантатов использовали в группе ALIF поясничный межтеловой кейдж. Характеристики: угол

наклона 10–12–15°, длина 26 мм, высота 10, 12, 14, 16 мм (высоту и угол наклона имплантата подбирали индивидуально с учетом предоперационной рентгенографии). В группе TLIF использовали поясничный межтеловой кейдж. Характеристики: угол наклона 4°, длина 22 мм, высота 8, 10, 12, 14 мм.

В ходе каждого вмешательства кейдж заполняли синтетическим заменителем костной ткани на основе смеси 60 % гидроксипатита и 40 % В-трикальций фосфата.

Послеоперационная оценка. Клиническую эффективность оценивали с использованием стандартизированных шкал: ВАШ, индекса инвалидизации Освестри (ODI), модифицированной шкалы оценки по MacNab.

Рентгенологическую оценку спондилдоза выполняли по данным КТ с применением классификации Brantigan и Steffee [11], основанной на ключевых анатомических критериях [12]. Степени 1 и 2 интерпретировали как отсутствие сращения, степени 3–5 – как его наличие, консолидация. Анализ снимков и отнесение к той или иной категории выполняли 2 независимых исследователя методом визуальной оценки.

Анализ ключевых позвоночно-тазовых параметров проводили по данным рентгенографии в положении пациента стоя. Оценивали тазовые показатели: сакральный наклон (Sacral Slope, SS), тазовый наклон (Pelvic Tilt, PT) и угол сагиттальной плоскости таза (Pelvic Incidence, PI), а также величину общего поясничного лордоза (L₁–S₁, LL). Измерения выполняли в соответствии с общепринятыми методиками, описанными в современной литературе [13–15].

Результаты

Оценка болевого синдрома (ВАШ)

Анализ динамики болевого синдрома показал достоверное его снижение после хирургического вмешательства в обеих выборках. В группе ALIF ($n = 87$) при сравнении среднего предоперационного и послеопера-

ционного баллов по ВАШ достоверно болевой синдром почти полностью регрессировал. В группе TLIF ($n = 93$) при сравнении среднего предоперационного и послеоперационного баллов по ВАШ достоверно болевой синдром регрессировал, но в меньшей степени (табл. 1). Таким образом, степень редукции боли после ALIF была значительно выше по сравнению с TLIF ($p < 0,01$), особенно в отношении боли в поясничной области. Оба метода эффективно устраняли радикулопатию, но ALIF обеспечивал более выраженное снижение осевой боли в спине.

Функциональные исходы (ODI)

Функциональная оценка инвалидизации по ODI выявила положительную динамику у всех пациентов после операции. В группе ALIF предоперационное значение ODI соответствует выраженному нарушению повседневной активности. После операции показатель снизился, демонстрируя восстановление трудоспособности и высокого уровня качества жизни. В группе TLIF исходный уровень ODI был сходен с группой пациентов ALIF, а в послеоперационном периоде снизился менее значительно, чем в группе ALIF (табл. 1). Несмотря на позитивную динамику в обеих группах, разница в степени улучшения была статистически значимой в пользу ALIF ($p < 0,05$).

Субъективная оценка исходов (шкала MacNab)

Субъективная оценка эффективности хирургического лечения по модифицированной шкале MacNab показала следующее: в группе ALIF подавляющее число пациентов оценили результат как отличный. В группе TLIF данные опроса говорят о положительном эффекте, однако менее динамичном, чем в группе ALIF. Большая часть когорты пациентов оценила результат как хороший (табл. 2).

Рентгенологические параметры и качество спондилдоза

Для объективной оценки эффективности методов ALIF и TLIF провели комплексный анализ рентгенологических данных, включавший оценку консолидации в зоне спондилдоза

Таблица 1
Характеристика пациентов исследуемых групп и оценка болевого синдрома по ВАШ и ODI

Группа	Пол (мужской/женский), n	Средний возраст, лет	ВАШ (боль до операции), баллы	ВАШ (спина до операции), баллы	ВАШ (нога до операции), баллы	ODI (до операции), %	ВАШ (спина после операции), баллы	ВАШ (нога после операции), баллы	ODI (после операции), %
Всего (n = 180)	103/77	55,80	7,55 ± 0,55	7,50 ± 0,55	8,00 ± 0,55	55,00 ± 3,80	1,70 ± 0,50	0,20 ± 0,25	7,00 ± 1,90
ALIF (n = 87)	52/35	52,14	7,30 ± 0,50	7,30 ± 0,50	8,00 ± 0,50	54,00 ± 4,40	0,20 ± 0,40	0,10 ± 0,20	4,00 ± 1,50
TLIF (n = 93)	51/42	55,26	7,80 ± 0,60	7,80 ± 0,60	8,00 ± 0,60	56,00 ± 3,20	3,00 ± 0,60	0,30 ± 0,30	10,00 ± 2,30

Таблица 2

Сравнительная оценка эффективности хирургического лечения в исследуемых группах по шкале MacNab, %

Группа	Результат		
	отличный	хороший	удовлетворительный
ALIF	87,9	12,1	0,0
TLIF	8,1	64,9	27,0

Таблица 3

Показатели формирования костного блока в исследуемых группах через 12 мес., %

Группа	Консолидация (степени 3–5 по Brantigan и Steffee)	Отсутствие сращения (степени 1–2 по Brantigan и Steffee)
ALIF (n = 87)	96,6 (n = 84)	3,4 (n = 3)
TLIF (n = 93)	89,2 (n = 83)	10,8 (n = 10)

и измерение ключевых позвоночно-тазовых параметров.

Качество спондилодеза, оцененное по данным КТ с использованием классификации Brantigan и Steffee [11] через 12 мес. после операции, продемонстрировало высокую частоту формирования костного блока в обеих группах. Однако в группе ALIF зарегистрирован достоверно более высокий процент успешной консолидации по сравнению с группой TLIF (96,6 % против 89,2 %; $p < 0,05$; табл. 3).

Анализ позвоночно-тазового баланса выявил статистически значимые различия между группами в способности восстановления сагитталь-

ных параметров. В группе ALIF отмечено достоверно лучшее восстановление поясничного лордоза, обусловленное использованием крупных имплантатов с анатомически заданным углом (10–12°). Среднее увеличение угла (LL, L₁-S₁) в группе ALIF составило $11,5^\circ \pm 2,1^\circ$, что значительно превышало аналогичный показатель в группе TLIF ($3,9^\circ \pm 0,8^\circ$; $p < 0,01$).

Как демонстрирует табл. 4, более выраженная коррекция в группе ALIF также привела к значимому улучшению тазовых параметров. Наблюдалось достоверное увеличение SS и снижение PT, что свидетельствует о ретроверсии таза и уменьше-

нии компенсаторного напряжения мышц для поддержания вертикальной позы.

Таким образом, метод ALIF продемонстрировал не только более высокий процент формирования успешного костного блока, но и значительные преимущества в коррекции и восстановлении физиологических позвоночно-тазовых взаимоотношений, что является ключевым фактором для долгосрочного благоприятного функционального исхода.

Интра- и послеоперационные параметры

Сравнительный анализ интра- и послеоперационных параметров показал статистически значимые различия между группами ALIF и TLIF. Средняя продолжительность оперативного вмешательства при выполнении ALIF составила 92 ± 14 мин, тогда как при TLIF – 120 ± 18 мин ($p < 0,05$), что свидетельствует о более высоком техническом темпе при переднем доступе. Объем интраоперационной кровопотери также оказался значительно ниже в группе ALIF (180 ± 40 мл) по сравнению с TLIF (290 ± 60 мл; $p < 0,01$). Кроме того, у пациентов, оперированных методом ALIF, зафиксирована меньшая длительность госпитализации – в среднем $5,4 \pm 1,2$ сут против $7,1 \pm 1,5$ сут в группе TLIF ($p < 0,05$).

Осложнения

Послеоперационные осложнения зафиксированы в 4 (5,7 %) случаях (табл. 5).

Таблица 4

Динамика позвоночно-тазовых параметров в исследуемых группах после хирургического вмешательства

Параметр	Группа ALIF (n = 87)	Группа TLIF (n = 93)	p-value (межгрупповое)
Угол сагиттальной плоскости таза, град.	$55,2 \pm 4,1$	$54,8 \pm 3,9$	>0,05
Дооперационный тазовый наклон, град.	$25,8 \pm 3,5$	$24,9 \pm 4,1$	>0,05
Послеоперационный тазовый наклон, град.	$19,1 \pm 2,8^*$	$23,5 \pm 3,2^*$	<0,01
Дооперационный сакральный наклон, град.	$30,5 \pm 3,8$	$31,2 \pm 4,0$	>0,05
Послеоперационный сакральный наклон, град.	$37,8 \pm 3,1^*$	$32,4 \pm 3,5^*$	<0,01
Дооперационный поясничный лордоз, град.	$38,5 \pm 5,2$	$39,1 \pm 5,5$	>0,05
Послеоперационный поясничный лордоз, град.	$50,0 \pm 4,1^*$	$43,0 \pm 4,8^*$	<0,01
Прирост поясничного лордоза, град.	$11,5 \pm 2,1$	$3,9 \pm 0,8$	<0,01

* Статистически значимые изменения внутри группы ($p < 0,01$) по сравнению с дооперационным значением.

Таблица 5

Послеоперационные осложнения у пациентов исследуемых групп, *n* (%)

Тип осложнения	ALIF (<i>n</i> = 87)	TLIF (<i>n</i> = 93)
Общая частота	1 (3,0)	3 (8,1)
Повреждение лимфатического сосуда	1 (3,0)	0 (0,0)
Корешковый болевой синдром	0 (0,0)	2 (5,4)
Серома	0 (0,0)	1 (2,7)

Обсуждение

Одной из наиболее заметных тенденций последнего десятилетия в ревизионной хирургии поясничного отдела позвоночника является активное внедрение малоинвазивных передних (ALIF), переднебоковых (OLIF) и боковых (LLIF, XLIF) доступов, которые могут рассматриваться как альтернатива классическим задним доступам [4, 16, 17]. Однако существует естественная анатомическая преграда при использовании OLIF и LLIF на уровне L₅-S₁ – гребень подвздошной кости, который ограничивает возможности манипуляции инструментарием и не позволяет задать адекватный угол подхода к зоне интереса [18, 19]. В связи с этим именно ALIF остается наиболее предпочтительным вариантом доступа на уровне L₅-S₁ [20, 21].

При выборе оперативной тактики необходимо четко разграничить показания и ограничения к выполнению ALIF при рецидивных грыжах межпозвонкового диска. Этот выбор должен быть строго индивидуализирован с учетом анатомо-функционального состояния позвоночника и предшествующего хирургического вмешательства [21–23]. Среди основных показаний к ALIF в ревизионной хирургии – выраженная дегенерация с потерей высоты диска (<6–8 мм), нарушение поясничного лордоза (LL <40°), необходимость восстановления сагиттального баланса (PI–LL mismatch >10°), а также невозможность заднего доступа из-за рубцово-спаечного процесса [1, 6].

Дополнительно ALIF может быть показан пациентам с нестабильностью после TLIF или PLIF [21, 24]. Одним из обоснованных показаний

к переднему доступу остаются повторные вмешательства после неудачных задних операций [25, 26]. ALIF показал лучшие результаты у пациентов с двумя и более предшествующими вмешательствами: меньшую частоту осложнений, лучшую переносимость и клинический эффект [27].

Тем не менее у ALIF есть ограничения. Метод противопоказан при воспалительных изменениях тел позвонков (например, остеомиелите) из-за высокого риска инфицирования имплантата и невозможности формирования костного блока [28]. Кроме того, ALIF не рекомендован при спондилолистезе II–III степени [22, 25] и анатомических сосудистых особенностях, таких как бифуркация аорты на уровне L₅, выраженная кальцинация или отклонение сосудов [29]. Предоперационная оценка этих рисков проводится с использованием КТ-ангиографии, МРТ и 3D-моделирования [27, 30].

Выраженные спайки в брюшной полости встречаются у 8–12 % пациентов с предшествующими абдоминальными вмешательствами и затрудняют мобилизацию сосудов [9]. Интраоперационная навигация и 3D-планирование снижают эти риски [30, 31].

С анатомо-функциональной точки зрения ALIF позволяет избежать повторного контакта с невральными структурами, что особенно важно при выраженном рубцевании после предшествующих вмешательств. Прямая визуализация диска и установка крупных имплантатов обеспечивают стабильность и формирование надежного межтелового блока [17, 20, 21].

Rao et al. [19] сообщают, что площадь имплантата при ALIF достигает 350–450 мм² против 120–180 мм²

при TLIF, что улучшает стабильность. В исследовании Moses et al. [21] отмечено восстановление лордоза на 13,5° при ALIF против 6,1° при TLIF.

Согласно метаанализу [18], ALIF демонстрирует лучшие клинические результаты в ревизионной хирургии: кровопотеря – 145 мл против 280 мл при TLIF, длительность операции – 98 против 125 мин, снижение ODI на 45 % против 31 %, частота повторных вмешательств – 3,8 % против 9,2 %.

Таким образом, несмотря на широкую доступность задних доступов, при рецидивных грыжах они не всегда обеспечивают оптимальные условия. ALIF остается эффективной альтернативой с меньшей травматичностью, лучшей коррекцией деформаций и восстановлением функции при условии высокой квалификации хирурга и детальной предоперационной подготовки.

Заключение

ALIF и TLIF продемонстрировали высокую клиническую эффективность при лечении рецидивного одноуровневого поражения межпозвонкового диска L₅-S₁ и могут быть успешно применены в зависимости от конкретной клинической ситуации.

ALIF показал статистически значимые преимущества в восстановлении сагиттального баланса, что подтверждается инструментальными данными: среднее увеличение угла поясничного лордоза составило 11,5° ± 2,1° против 3,9° ± 0,8° в группе TLIF (*p* < 0,01). Рентгенологическая оценка также выявила более высокий процент формирования успешного костного блока при ALIF (96,6 % против 89,2 %; *p* < 0,05). В клинических исходах пациенты группы ALIF продемонстрировали более выраженное снижение болевого синдрома по ВАШ и лучшее функциональное восстановление по шкале Освестри.

В то же время TLIF остается надежной альтернативой, особенно ценной при противопоказаниях к переднему доступу.

Литература/References

1. Patel RS, Suh SW, Kang SH, Nam KY, Siddiqui SS, Chang DG, Yang JH. The radiologic and clinical outcomes of oblique lateral interbody fusion for correction of adult degenerative lumbar deformity. *Indian J Orthop.* 2019;53:502–509. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_655_17
2. Xu DS, Walker CT, Godzik J, Turner JD, Smith W, Uribe JS. Minimally invasive anterior, lateral, and oblique lumbar interbody fusion: a literature review. *Ann Transl Med.* 2018;6:104. DOI: 10.21037/atm.2018.03.24
3. Гизатуллин Ш.Х., Жуков Д.И., Курносенко В.Ю., Ким Э.А. Сравнительный анализ одноуровневого переднего и заднего спондилодеза при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко.* 2021;(2):46–53. [Gizatullin ShKh, Zhukov DI, Kurnosenko VYu, Kim EA. Comparative analysis of single-level anterior and posterior spinal fusion in degenerative disease of the lumbosacral spine. *Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital n.a. N.N. Burdenko.* 2021;(2):46–53]. DOI: 10.53652/2782-1730-2021-2-2(4)-46-53 EDN: GUGDJQ
4. Lee N, Kim KN, Yi S, Ha Y, Shin DA, Yoon DH, Kim KS. Comparison of outcomes of anterior, posterior, and transforaminal lumbar interbody fusion surgery at a single lumbar level with degenerative spinal disease. *World Neurosurg.* 2017;101:216–226. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.01.114
5. Kim JS, Choi WG, Lee SH. Minimally invasive anterior lumbar interbody fusion followed by percutaneous pedicle screw fixation for isthmic spondylolisthesis: minimum 5-year follow-up. *Spine J.* 2010;10:404–409. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.02.022
6. Manzur M, Virk SS, Jivanelli B, Vaishnav AS, McAnany SJ, Albert TJ, Iyer S, Gang CH, Qureshi S. The rate of fusion for stand-alone anterior lumbar interbody fusion: a systematic review. *Spine J.* 2019;19:1294–1301. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.03.001
7. Круглов И.А., Гизатуллин Ш.Х., Селезнев А.С., Вовкогон В.Б. Опыт хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. В кн.: *Труды Главного военного клинического госпиталя им. Н.Н. Бурденко.* Т. 9, Ч. 1. Москва, 2012. С. 71–74. [Kruglov IA, Gizatullin ShKh, Seleznev AS, Vovkogon VB. Experience in surgical treatment of herniated intervertebral discs of the lumbar spine. In: *Proceedings of the Main Military Clinical Hospital n. a. N.N. Burdenko.* Vol. 9, Part 1. Moscow, 2012. P. 71–74]. EDN: LUHJWK
8. Abe K, Orita S, Mannoji C, Motegi H, Aramomi M, Ishikawa T, Kotani T, Akazawa T, Morinaga T, Fujiyoshi T, Hasue F, Yamagata M, Hashimoto M, Yamauchi T, Eguchi Y, Suzuki M, Hanaoka E, Inage K, Sato J, Fujimoto K, Shiga Y, Kanamoto H, Yamauchi K, Nakamura J, Suzuki T, Hynes RA, Aoki Y, Takahashi K, Ohtori S. Perioperative complications in 155 patients who underwent oblique lateral interbody fusion surgery: perspectives and indications from a retrospective multicenter survey. *Spine (Phila Pa 1976).* 2017;42:55–62. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001650
9. Razzouk J, Cheng D, Carter D, Mehta S, Ramos O, Cheng W. Clinical and radiographic outcomes of anterior lumbar interbody fusion with anterior plate fixation. *Cureus.* 2024;16:e55139. DOI: 10.7759/cureus.55139
10. Mobbs RJ, Phan K, Thayaparan GK, Rao PJ. Anterior lumbar interbody fusion as a salvage technique for pseudarthrosis following posterior lumbar fusion surgery. *Global Spine J.* 2015;6:14–20. DOI: 10.1055/s-0035-1555656
11. Brantigan JW, Steffee AD. A carbon fiber implant to aid interbody lumbar fusion. Two-year clinical results in the first 26 patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18:2106–2107. DOI: 10.1097/00007632-199310001-00030
12. Sanghvi PA, Wiener JM, Meade SM, Boden LM, Shost MD, Steinmetz MP. Development of a unified and comprehensive definition of successful spinal fusion: a systematic review. *J Neurosurg Spine.* 2025;42:403–412. DOI: 10.3171/2024.9.SPINE2465
13. Dubouset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein SL, ed. *The Pediatric Spine: Principles and Practice.* New York: Raven Press Ltd, 1994:479–496.
14. Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J.* 2016;25:3630–3637. DOI: 10.1007/s00586-016-4485-5
15. Roussouly P, Gollogly S, Berthounaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:346–353. DOI: 10.1097/01.brs.0000152379.54463.65
16. Гизатуллин Ш.Х., Сычев В.А., Круглов И.А. Анализ тактики хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника, осложненных нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента. *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко.* 2013;10:93–95. [Gizatullin ShKh, Sychev VA, Kruglov IA. Analysis of the tactics of surgical treatment of degenerative diseases of the lumbar spine complicated by instability of the spinal motion segment. *Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital n.a. N.N. Burdenko.* 2013;10:93–95]. EDN: CEMKGV
17. Gizatullin ShKh, Kurnosenko V, Kristosturov A, Dubinin I. Multilevel anterior lumbar disc replacement: sagittal balance correction. *Global Spine J.* 2019;9 Suppl 2:312S.
18. Phan K, Thayaparan GK, Mobbs RJ. Anterior lumbar interbody fusion versus transforaminal lumbar interbody fusion – systematic review and meta-analysis. *Br J Neurosurg.* 2015;29:705–711. DOI: 10.3109/02688697.2015.1036838
19. Rao PJ, Loganathan A, Yeung V, Mobbs RJ. Outcomes of anterior lumbar interbody fusion surgery based on indication: a prospective study. *Neurosurgery.* 2015;76:7–23; discussion 23–24. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000561
20. Allain J, Dufour T. Anterior lumbar fusion techniques: ALIF, OLIF, DLIF, LLIF, IXLIF. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020;106(1S):S149–S157. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.05.024
21. Moses ZB, Razvi S, Oh SY, Platt A, Keegan KC, Hamati F, Witiw C, David BT, Fontes RBV, Deutsch H, O'Toole JE, Fessler RG. A retrospective comparison of radiographic and clinical outcomes in single-level degenerative lumbar disease undergoing anterior versus transforaminal lumbar interbody fusion. *J Spine Surg.* 2021;7:170–180. DOI: 10.21037/jss-20-673
22. Platz U, Halm H, Thomsen B, Pecsli F, K szegvary M, B rger N, Berlin C, Quante M. Anterior Lumbar Interbody Fusion (ALIF) or Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF) for fusion surgery in L5/S1 - What is the best way to restore a physiological alignment? *Z Orthop Unfall.* 2022;160:646–656. DOI: 10.1055/a-1560-3106
23. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K, Rao PJ. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg.* 2015;1:2–18. DOI: 10.3978/j.issn.2414-469X.2015.10.05
24. Mobbs RJ, Loganathan A, Yeung V, Rao PJ. Indications for anterior lumbar interbody fusion. *Orthop Surg.* 2013;5:153–163. DOI: 10.1111/os.12048
25. Gizatullin ShKh, Kurnosenko V, Dubinin I, Bitner S, Kazakov S. Diagnostic and surgery for lumbar spine degenerative disease in osteoporotic patients. *Global Spine J.* 2019;9 Suppl 2:315S.
26. Mayer HM, Heider F. “Slalom”: microsurgical cross-over decompression for multilevel degenerative lumbar stenosis. *Biomed Res Int.* 2016;2016:9074257. DOI: 10.1155/2016/9074257
27. Колотов Е.Б., Аминов Р.Р., Колотова Е.В., Кельмаков В.В. Применение вентральных декомпрессиивно-стабилизирующих вмешательств у больных с корешковым компрессионным синдромом на поясничном уровне при сочетании спондилоартроза и грыжи диска. *Нейрохирургия.* 2013;(4):46–52. [Kolotov EB, Aminov RR, Kolotova EV, Kel'makov VV. The usage of ventral decompressive-stabi-

- lizing operations at patients with lumbar radicular compressive syndrome because of combination of spondylarthrosis and diskal hernia. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2013;(4):46–52]. DOI: 10.17650/1683-3295-2013-0-4-46-52 EDN: SDUUUN
28. **Formica M, Vallerga D, Zanirato A, Cavagnaro L, Basso M, Divano S, Mosconi L, Quarto E, Siri G.** Fusion rate and influence of surgery-related factors in lumbar interbody arthrodesis for degenerative spine diseases: a meta-analysis and systematic review. *Musculoskelet Surg*. 2020;104:1–15. DOI: 10.1007/s12306-019-00634-x
29. **Peng CH, Chen IH, Yu TC, Wang JH, Wu WT, Yeh KT.** Risk factors for reoperation after discectomy of lumbar herniated intervertebral disc disease. *Tzu Chi Med J*. 2024;36:298–303. DOI: 10.4103/tcmj.tcmj_206_23
30. **Tsalimas G, Galanis A, Vavourakis M, Sakellariou E, Zachariou D, Varsamos I, Patilas C, Kolovos I, Marouglkianis V, Karampinas P, Kaspiris A, Pneumaticos S.** Vascular injuries and complications in anterior lumbar interbody fusion: an up-to-date review. *J Med Life*. 2025;18:165–170. DOI: 10.25122/jml-2024-0345
31. **Patel NA, Kuo CC, Pennington Z, Brown NJ, Gendreau J, Singh R, Shahrestani S, Boyett C, Diaz-Aguilar LD, Pham MH.** Robot-assisted percutaneous pedicle screw placement accuracy compared with alternative guidance in lateral single-position surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Spine*. 2023;39:443–451. DOI: 10.3171/2023.3.SPINE2329

Статья поступила в редакцию 10.08.2025

Рецензирование пройдено 15.12.2025

Подписано в печать 28.01.2026

Received 10.08.2025

Review completed 15.12.2025

Passed for printing 28.01.2026

Дополнительная информация

Вклад авторов. Ш.Х. Гизатуллин – написание, анализ статьи, непосредственный оператор; Н.А. Пестов – написание, анализ статьи, непосредственный оператор; И.С. Лысенко – написание, анализ статьи, непосредственный оператор; В.Ю. Курносенко – написание, анализ статьи, непосредственный оператор; И.П. Дубинин – написание, анализ статьи, непосредственный оператор; М.Т. Сампиев – написание, анализ статьи, непосредственный оператор. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Главного военного клинического госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко (протокол № 297 от 04.09.2025).

Согласие на публикацию. Все участники добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

Шамиль Хамбалович Гизатуллин, д-р мед. наук; eLibrary SPIN: 2722-3355; ORCID: 0000-0002-2953-9902; gizat_sha@mail.ru

Николай Александрович Пестов; eLibrary SPIN: 7429-4228; ORCID: 0009-0000-7039-3653; nkl.dom@yandex.ru

✉ Иван Станиславович Лысенко; Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; ORCID: 0000-0003-1434-6742; dr.lysenko@ortopedcenter.ru

Вячеслав Юрьевич Курносенко; eLibrary SPIN: 7505-2128; ORCID: 0000-0002-9320-3266; dr.kurnosenko@yandex.ru

Илья Петрович Дубинин; eLibrary SPIN: 7452-1424; ORCID: 0000-0002-6902-9798; iliadubinin@yandex.ru

Мухаммад Таблиханович Сампиев, д-р мед. наук; ORCID: 0000-0002-5766-1737; sampiev@ortopedcenter.ru

Authors' Info

Shamil Khabalovich Gizatullin, MD, Dr. Sci. (Medicine); eLibrary SPIN: 2722-3355; ORCID: 0000-0002-2953-9902; gizat_sha@mail.ru

Nikolai Aleksandrovich Pestov; eLibrary SPIN: 7429-4228; ORCID: 0009-0000-7039-3653; nkl.dom@yandex.ru

✉ Ivan Stanislavovich Lysenko; 6 Miklukho-Maklaya str., Moscow, Russia, 117198; ORCID: 0000-0003-1434-6742; dr.lysenko@ortopedcenter.ru

Vlacheslav Yuryevich Kurnosenko; eLibrary SPIN: 7505-2128; ORCID: 0000-0002-9320-3266; dr.kurnosenko@yandex.ru

Ilya Petrovich Dubinin; eLibrary SPIN: 7452-1424; ORCID: 0000-0002-6902-9798; iliadubinin@yandex.ru

Mukhammad Tablikhanovich Sampiev, MD, Dr. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0002-5766-1737; sampiev@ortopedcenter.ru