



ПОЯСНИЧНЫЙ СПОНДИЛОДЕЗ ИЗ ПЕРЕДНЕБОКОВОГО МИНИ-ДОСТУПА: СРАВНЕНИЕ ВЕНТРАЛЬНОЙ МЕЖТЕЛОВОЙ (OLIF-AF) И ПЕРКУТАННОЙ ПЕДИКУЛЯРНОЙ (OLIF-PF) ФИКСАЦИЙ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ОДНОУРОВНЕВЫХ СТЕНОЗОВ

А.П. Сайфуллин, А.Я. Але́йник, А.Е. Боков, С.Г. Млявях

Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

Цель исследования. Сравнительный анализ клинической эффективности и безопасности не прямой декомпрессии корешков спинного мозга и межтелового спондилодеза из латерального препсоас-доступа (OLIF) с переднебоковой (OLIF-AF) и задней перкутанной (OLIF-PF) инструментальными фиксациями при хирургическом лечении односегментарных поясничных стенозов.

Материал и методы. Выполнен ретроспективный сравнительный анализ лечения с использованием технологии OLIF 88 пациентов 29–72 лет с одноуровневыми поясничными стенозами. Задняя инструментальная фиксация (OLIF-PF) выполнена в 60 случаях, переднебоковая (OLIF-AF) – в 28.

Результаты. Сравнимые группы статистически значимо не отличались друг от друга по возрасту, полу, индексу массы тела, клинической картине и длительности симптомов до операции, оценке неврологического статуса по Цюрихской шкале перемежающейся хромоты (ZCQ), предоперационному диагнозу, локализации стеноза, оценке боли по цифровой рейтинговой шкале в спине и ноге до операции, физическому статусу (ASA), оценке здоровья (SF-12, ODI), срокам наблюдения, а также курению и наличию сопутствующих заболеваний ($p > 0,05$). В группе OLIF-AF, по сравнению с группой OLIF-PF, выявлено статистически значимое преимущество по объему кровопотери, времени оперативного вмешательства и анестезиологического пособия, уровню рентгенологической нагрузки, срокам госпитализации и нахождения пациента в стационаре в послеоперационном периоде, а также длительности антибиотикопрофилактики и интраоперационного объема инфузий ($p < 0,05$). Несмотря на более раннюю выписку и меньшее использование локальной анестезии (35,7 % против 73,3 %; $p = 0,001$), пациенты в группе OLIF-AF имели статистически значимо меньший уровень болевого синдрома в спине в день выписки (3,0 против 3,5; $p = 0,034$) и меньше нуждались в применении опиоидов (3,6 % против 31,7 %; $p = 0,003$). В отношении осложнений и нежелательных явлений статистически значимых различий в сроки динамического наблюдения от 3 до 50 мес. в обеих группах не выявлено (17,9 % против 28,3 %; $p = 0,290$), в том числе в зависимости от сроков возникновения осложнений (ранние или поздние). Кроме того, не найдено статистически значимых различий по неврологическим, инфекционным, желудочно-кишечным, урологическим или осложнениям, связанным с имплантатами ($p > 0,05$).

Заключение. Непрямая декомпрессия корешков спинного мозга и межтеловой спондилодез из латерального препсоас-доступа в сочетании с OLIF-AF являются эффективной и безопасной методикой хирургического лечения односегментарных поясничных стенозов. Данный способ позволяет уменьшить травматичность операции, выраженность болевого синдрома и создать условия для ускоренного послеоперационного восстановления. Необходимы дальнейшие мультицентровые рандомизированные исследования для комплексной оценки долгосрочных результатов.

Ключевые слова: хирургия позвоночника, переднебоковая фиксация, межтеловой спондилодез, латеральный препсоас-доступ, OLIF, OLIF-AF, ускоренное послеоперационное восстановление, ERAS, спинальный стеноз, спондилолистез.

Для цитирования: Сайфуллин А.П., Але́йник А.Я., Боков А.Е., Млявях С.Г. Поясничный спондилодез из переднебокового мини-доступа: сравнение вентральной межтеловой (OLIF-AF) и перкутанной педикулярной (OLIF-PF) фиксаций при хирургическом лечении одноуровневых стенозов // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 3. С. 50–62.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.3.50-62>.

LUMBAR FUSION THROUGH THE ANTEROLATERAL MINI-APPROACH: COMPARISON OF ANTERIOR INTERBODY (OLIF-AF) AND PERCUTANEOUS PEDICLE (OLIF-PF) FIXATIONS IN THE SURGICAL TREATMENT OF SINGLE-LEVEL STENOSIS

A.P. Saifullin, A.Ya. Aleynik, A.E. Bokov, S.G. Mlyavykh

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Objective. To perform comparative analysis of the clinical efficacy and safety of indirect decompression of the spinal roots and interbody fusion through the lateral pre-psoas approach (OLIF) with anterolateral (OLIF-AF) and posterior percutaneous (OLIF-PF) screw fixations in the surgical treatment of single-segment lumbar stenosis.

Material and Methods. A retrospective comparative analysis of treatment of 88 patients aged 29 to 72 years with single-level lumbar stenosis was carried out. Posterior instrumental fixation (OLIF-PF) was performed in 60 cases, and anterolateral (OLIF-AF) – in 28.

Results. The compared groups did not statistically significantly differ from each other in terms of age, gender, body mass index, clinical picture and duration of symptoms before surgery, assessment of neurological status according to the Zurich Claudication Questionnaire (ZCQ), preoperative diagnosis, localization of stenosis, pain assessment in the back and leg before surgery according to a digital rating scale, physical status (ASA), health assessment (SF-12, ODI), follow-up period, as well as smoking and the presence of comorbidities ($p > 0.05$). In the OLIF-AF group, compared to the OLIF-PF group, a statistically significant advantage was found in terms of blood loss, duration of surgery and anesthesia, the level of radiological exposure, duration of patient's hospitalization and hospital stay in the postoperative period, as well as the duration of antibiotic prophylaxis and intraoperative volume of infusions ($p < 0.05$). Despite earlier discharge and less use of local anesthesia (35.7 % vs 73.3 %; $p = 0.001$), patients in the OLIF-AF group had statistically significantly lower level of back pain on the day of discharge (3.0 vs 3.5; $p = 0.034$) and were less likely to need opioids (3.6 % vs 31.7 %; $p = 0.003$). With regard to complications and adverse events, there were no statistically significant differences during dynamic follow-up period from 3 to 50 months in both groups (17.9 % vs 28.3 %; $p = 0.290$), including depending on the timing of complications (early or late). In addition, no statistically significant differences were found for neurological, infectious, gastrointestinal, urological, or implant-related complications ($p > 0.05$).

Conclusions. Indirect decompression of the spinal roots and interbody fusion through the lateral pre-psoas approach in combination with OLIF-AF is an effective and safe technique for the surgical treatment of single-segment lumbar stenosis. This method allows to reduce the invasiveness of surgery and severity of the pain syndrome and to create conditions for enhanced recovery after surgery. Further multicenter randomized trials are needed to comprehensively evaluate long-term outcomes.

Key Words: spine surgery, anterolateral screw fixation, interbody fusion, lateral pre-psoas approach, OLIF, OLIF-AF, enhanced recovery after surgery, spinal stenosis, spondylolisthesis.

Please cite this paper as: Saifullin AP, Aleynik AY, Bokov AE, Mlyavykh SG. Lumbar fusion through the anterolateral mini-approach: comparison of anterior interbody (OLIF-AF) and percutaneous pedicle (OLIF-PF) fixations in the surgical treatment of single-level stenosis. *Khirurgiya Pozvonochnika (Russian Journal of Spine Surgery)* 2023;20(3):50–62. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.3.50-62>.

Симптоматический поясничный стеноз является одной из наиболее частых причин обращения пациентов к нейрохирургу и проведения оперативного лечения [1–3]. При этом количество осложнений в хирургии позвоночника и спинного мозга может достигать 44–55 % [4–8]. Это, безусловно, увеличивает расходы на здравоохранение, сроки госпитализации и реабилитации пациентов, а также обуславливает необходимость поиска технологий, оптимизирующих периоперационное ведение пациента и хирургическую технику [9–14].

На текущий момент одним из оптимальных и эффективных способов лечения симптоматических поясничных стенозов является непрямая декомпрессия корешков спинного мозга и межтеловой спондилодез из латерального препсоас-доступа (oblique lateral interbody fusion – OLIF) в сочетании с задней (posterior fixation – PF) перкутанной транспедикулярной фиксацией (OLIF-PF). Однако эта технология требует интраоперационной смены положения пациента, что увеличивает травма-

тичность и длительность операции, а также лучевой нагрузки как на пациента, так и на медицинский персонал [15, 16]. Уровень осложнений при OLIF варьирует от 3,7 % [17] до 48,3 % [4] и в среднем составляет 13,9 % [18].

Одним из возможных решений данных проблем является новая технология OLIF с переднебоковой винтовой фиксацией (OLIF with anterolateral screw fixation – OLIF-AF) [15, 19, 20], которая позволяет выполнить операцию из одного хирургического доступа. Тем не менее единичные публикации не раскрывают подробностей влияния этой технологии на количество осложнений, уровень послеоперационного болевого синдрома и особенности послеоперационного восстановления пациентов.

Цель исследования – сравнительный анализ клинической эффективности и безопасности непрямой декомпрессии корешков спинного мозга и межтеловой спондилодеза из латерального препсоас-доступа с переднебоковой и задней перкутанной инструментальными фиксациями при хирургическом

лечении односегментарных поясничных стенозов.

Дизайн: одноцентровое нерандомизированное интервенционное когортное сравнительное исследование. Уровень доказательности – 3b.

Материал и методы

Данное исследование одобрено комитетом по этике (протокол № 02 от 17.02.2023 г.) Приволжского исследовательского медицинского университета (Нижний Новгород). Выполнили ретроспективный анализ лечения с использованием технологии OLIF 88 пациентов 29–72 лет с одноуровневыми поясничными стенозами в 2019–2023 гг. Пациентов, включенных в исследование, разделили на две группы:

- 1-я ($n = 60$) – непрямая декомпрессия корешков спинного мозга и межтеловой спондилодез из латерального препсоас-доступа (OLIF) в сочетании с задней перкутанной стабилизацией позвоночно-двигательного сегмента (OLIF-PF);
- 2-я ($n = 28$) – OLIF в сочетании с переднебоковой инструментальной

фиксацией, выполненные по авторской модификации (OLIF-AF).

Размер необходимой выборки определили при расчете анализа мощности исследования, который выполняли на базе платформы <https://clincalc.com>, с уровнем значимости (α) = 0,05 и мощностью критерия ($1-\beta$) = 0,80. Анализ подтвердил достаточность количества пациентов в обеих группах, расчет выполнен с определением необходимой суммарной выборки по таким сравнимым критериям, как длительность наркоза ($n = 4$) и операции ($n = 2$), объем кровопотери ($n = 4$), длительность госпитализации ($n = 18$), рентгенологическая нагрузка ($n = 24$), уровень болевого синдрома в спине в день выписки ($n = 76$), а также применения опиоидов ($n = 56$) и локальной анестезии ($n = 52$).

Критерии включения в исследование:

- возраст старше 18 лет;

- хронический (более 6 мес.) прогрессирующий вертебральный синдром в сочетании с нейрогенной хромотой и/или корешковым синдромом, соответствующим одноуровневому нестабильному дегенеративному стенозу, в том числе в сочетании с дегенеративным спондилолистезом;

- отсутствие эффекта от комплексного консервативного лечения продолжительностью не менее 4 недель;

- хирургическое вмешательство в объеме одноуровневой не прямой декомпрессии, межтелового спондилодеза из латерального препоас-доступа с последующей жесткой инструментальной фиксацией позвоночно-двигательного сегмента.

Критерии исключения из исследования в анамнезе:

- предшествующие операции на позвоночнике в зоне планируемого вмешательства с проведением инструментальной фиксации;

- наличие конкурирующей патологии в поясничном отделе (выраженный остеопороз, инфекционно-воспалительные заболевания, опухоли, травматические повреждения).

Периоперационное ведение

Периоперационное ведение пациентов при хирургическом лечении одноуровневого спинального стеноза соответствует международному протоколу по ускоренному послеоперационному восстановлению (ERAS® Society) при проведении межтелового спондилодеза [21, 22], за исключением следующих элементов протокола: комбинированной терапии для отказа от курения и алкоголя за 4–8 недель до операции, оценки нутритивного статуса (альбумин, трансферрин, лимфоциты) на предмет добавления в рацион пищевых добавок, для пациентов с низким индексом массы тела (ИМТ) – предоперационной коррекции питания, минимизации предопе-

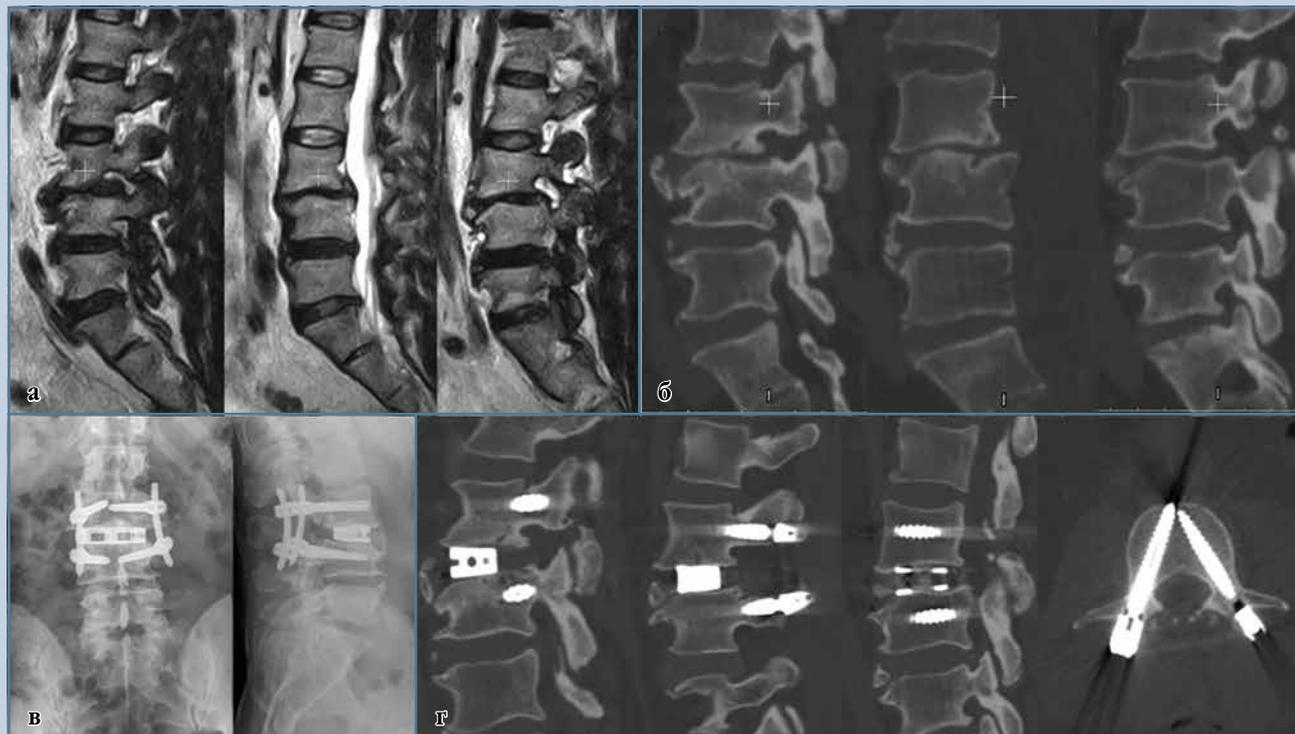


Рис. 1

Рентгенологические данные 48-летнего мужчины со спондилолистезом L₃ позвонка и клиникой нейрогенной хромоты, перенесшего OLIF-PF: **а** – МРТ до операции; **б** – КТ до операции; **в** – рентгенограммы после операции; **г** – КТ после операции

рационного голодания (вода за 2 ч, еда за 6 ч до операции), антисептической повязки на место операционного доступа накануне операции.

Техника оперативного вмешательства

Проводимая непрямая декомпрессия корешков спинного мозга и межтеловой спондилодез из латерального препсоас-доступа (OLIF) в сочетании с задней перкутанной стабилизацией позвоночно-двигательного сегмента (рис. 1, 2) не отличались от общепринятых [23]. Переднебоковую инструментальную фиксацию выполняли в соответствии с описанной методикой в работах Liu et al. [20], Xie et al. [19], Guo et al. [15], а отличалась она тем, что проводили предварительную межфасциальную анестезию мышцы, выпрямляющей позвоночник, и инфильтрацию местными анестетиками области операционного досту-

па. Кейдж устанавливали с предварительным наполнением трансплантата только из аллокости или костно-пластического материала, проводили бикортикальную переднебоковую установку в тела позвонков титановых винтов с точкой введения на расстоянии 8 мм от уровня замыкательной пластины под углом 30° на уровне L₁–L₂–L₃–L₄–L₅ с последующим их блокированием титановым стержнем и под углом 45° монокортикально на уровне L₅–S₁ в каудальном или в сочетании с краниальным направлениях (рис. 3, 4). Проводили послойное ушивание операционной раны с наложением косметического внутрикожного шва без установки дренажей (приоритетная справка № 2022130051 от 18.11.2022 г.). Все операции были выполнены тремя вертебрологами с опытом работы более 10 лет.

Статистический анализ

Данные проанализировали с использованием программы IBM SPSS Statistics-23. Применяли методы описательной статистики. Оценку распределения признаков на нормальность производили по тестам Колмогорова – Смирнова. Для сравнительного анализа непараметрических данных использовали U-тест Манна – Уитни и Уилкоксона. Данные представлены медианой и межквартильным размахом в виде Me [25; 75]. Для сравнительного анализа номинальных данных использовали хи-квадрат Пирсона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Для оценки силы взаимосвязи использовали корреляционный анализ Спирмена для непараметрических данных, а также критерий V Крамера для номинальных данных. Интерпретацию результатов проводили согласно рекомендациям Rea & Parker [24].



Рис. 2

Рентгенологические данные 51-летнего мужчины со спондилолистезом L₅ позвонка, фораминальным стенозом, нестабильностью на уровне L₅–S₁ и клиникой радикулопатии L₅ билатерально, перенесшего OLIF-PF: **а** – МРТ до операции; **б** – КТ до операции; **в** – КТ после операции

Результаты

Демографическая характеристика пациентов

Между сравниваемыми группами OLIF-PF и OLIF-AF не было выявлено статистически значимых различий ($p > 0,05$) по возрасту, полу, ИМТ, клинической картине и длительности симптомов до операции, по оценке неврологического статуса по Цюрихской шкале перемежающейся хромоты (ZCQ), предоперационному диагнозу, локализации стеноза, оценке боли по цифровой рейтинговой шкале (ЦРШ) в спине и ноге до операции, физическому статусу (ASA), оценке здоровья (SF-12, ODI – Oswestry Disability Index), срокам наблюдения (табл. 1), а также курению и наличию сопутствующих заболеваний (рис. 5).

Клинические результаты

В группе OLIF-AF, по сравнению с группой OLIF-PF, выявлено статистически значимое преимущество (табл. 2) по объему кровопотери, времени оперативного вмешательства и анестезиологического пособия, уровню рентгенологической нагрузки, срокам госпитализации и нахождения пациента в стационаре в послеоперационном периоде, а также длительности антибиотикопрофилактики и интраоперационного объема инфузий ($p < 0,05$).

Несмотря на более раннюю выписку и меньшее использование локальной анестезии (35,7 % против 73,3 %; $p = 0,001$) на фоне более частой межфасциальной анестезии мышцы, выпрямляющей позвоночник (39,3 % против 11,7 %; $p = 0,003$), пациенты в группе OLIF-AF имели статистически значимо меньший уровень болевого синдрома в спине в день

выписки (3,0 против 3,5; $p = 0,034$) и меньше нуждались в применении опиоидов (3,6 % против 31,7 %; $p = 0,003$).

При сравнительной оценке по повторным оперативным вмешательствам в раннем послеоперационном периоде (до 30 дней), срокам нахождения пациента в стационаре до операции, оценке боли в ноге в день выписки, а также формированию межтелового спондилодеза статистически значимых различий получено не было ($p > 0,05$).

Осложнения и неблагоприятные события

Несмотря на меньший общий уровень осложнений и нежелательных явлений (табл. 3) в группе OLIF-AF, в сроки динамического наблюдения от 3 до 50 мес. статистически значимых различий в обеих группах не было выявлено (17,9 % против 28,3 %; $p = 0,290$). Кроме того, не най-



Рис. 3

Рентгенологические данные 59-летней женщины со спондилолистезом L₃ позвонка и клиникой нейрогенной хромоты, перенесшей OLIF-AF: **а** – МРТ до операции; **б** – КТ до операции; **в** – рентгенограммы после операции; **г** – КТ после операции

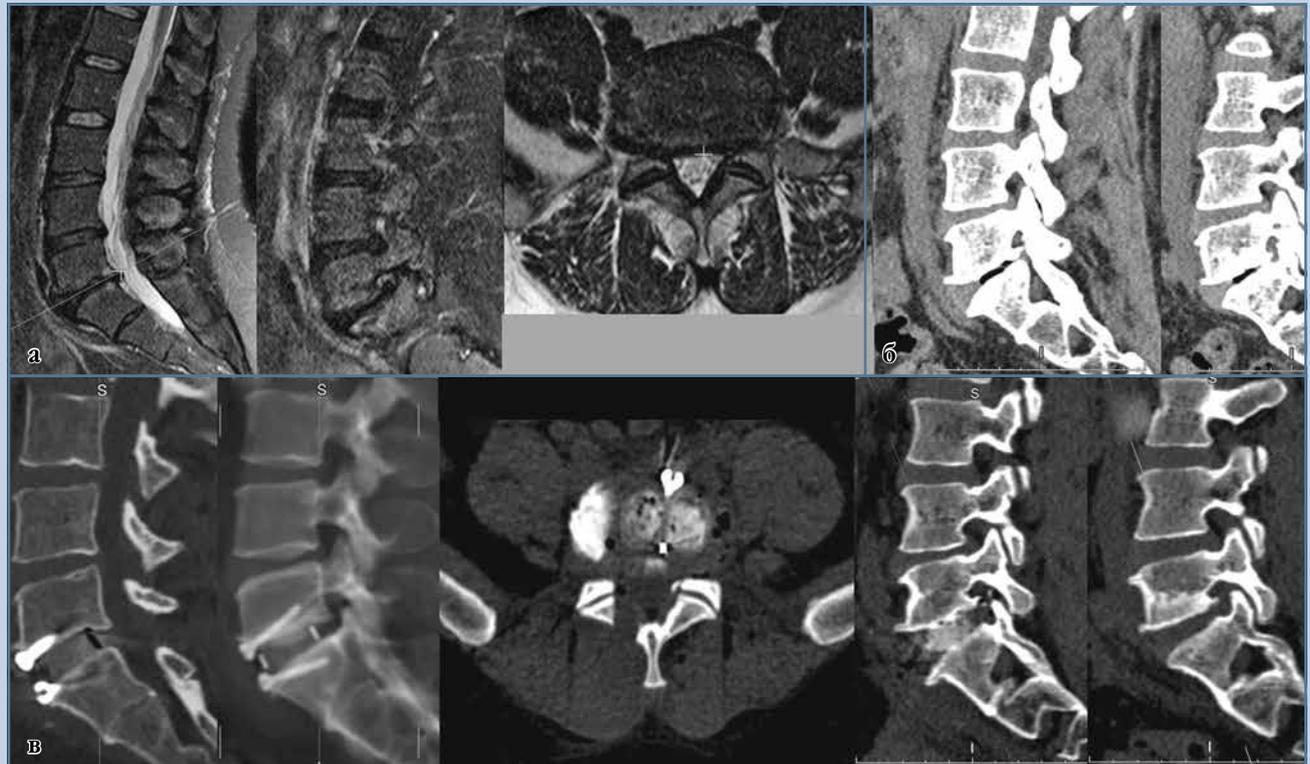


Рис. 4

Рентгенологические 39-летней женщины с фораминальным стенозом и нестабильностью на уровне L₅-S₁ и клиникой радикулопатии L₅ билатерально, перенесшей OLIF-AF: **а** – МРТ до операции; **б** – КТ до операции; **в** – КТ после операции

дено статистически значимых различий по неврологическим, инфекционным, желудочно-кишечным, урологическим или осложнениям, связанным с имплантатами ($p > 0,05$). Повреждений магистральных сосудов, твердой мозговой оболочки, органов брюшной полости и забрюшинного пространства, тромбэмболических осложнений и других серьезных осложнений в обеих группах установлено не было.

В группе OLIF-AF общая частота осложнений составила 17,9 % (5 из 28). В раннем послеоперационном периоде у одной пациентки развилась мочевиная инфекция на фоне острой респираторной вирусной инфекции; у двух пациентов со стенозом на уровне L₄-L₅ – мальпозиция металлоконструкции с развитием неврологических проявлений, из которых в одном случае в раннем послеоперационном периоде

отмечено появление радикулопатии L₄ с последующей успешной ревизией, во втором – развитие температурной асимметрии нижних конечностей без двигательного и чувствительного дефицита. В связи с незначительной динамикой на фоне консервативного лечения через 8 мес. было проведено удаление металлоконструкции. Стоит отметить, что у этих пациентов в анамнезе были микродисэктомии на уровне L₄-L₅.

В позднем послеоперационном периоде у двух пациентов через 2 года после операции развился синдром смежного уровня на выше- и нижележащем уровнях с последующей успешной микрохирургической декомпрессией.

В группе OLIF-PF общая частота осложнений составила 28,3 % (17 из 60). В раннем послеоперационном периоде у 4 из 8 пациентов развился динамиче-

ский парез кишечника с его регрессом на фоне консервативного лечения, а у остальных – осложнения, связанные с имплантатами (мальпозиция транспедикулярных винтов с последующей успешной ревизией, отрыв камертонов билатерально с последующей заменой винтов и экстракция винта с последующей аугментацией тела позвонка аллокостью при попытке редукции тела позвонка, а также проседание кейджа у пациентки с гипотиреозом). Из этих пациентов у всех в динамике сформировался межтеловой костный блок.

Поздние осложнения и нежелательные явления (более 30 дней) отмечены у 9 пациентов: у двух – поверхностная инфекция области хирургического вмешательства с заживлением раны вторичным натяжением, у одного – развитие синдрома оперированного позвоночника (Failed Back

Таблица 1

Демографическая характеристика пациентов перед операцией

Параметры	OLIF-PF (n = 60)	OLIF-AF (n = 28)	p	Оценка силы взаимосвязи
Возраст, лет	56,5 [47,3; 61,8]	54 [46,3; 60,5]	0,431	- 0,085**
Пол, n (%)	мужской	8 (28,6)	0,769	0,031**
	женский	20 (71,4)		
ИМТ, кг/м ²	30,9 [26,4; 33,4]	28,9 [25,2; 31,9]	0,130	- 0,163**
Предоперационный диагноз, n (%)				
Спинальный стеноз, нестабильность	17 (28,3)	13 (46,4)	0,082	0,238*
Спондилолистез	34 (56,7)	8 (28,6)		
Состояние после микродискэктомии	9 (15,0)	7 (25,0)		
Клиническая картина до операции, n (%)				
Аксиальный болевой синдром	39 (65,0)	15 (53,6)	0,109	0,305*
Синдром нейрогенной хромоты	32 (53,3)	14 (50,0)	0,771	0,031*
Радикулопатия	31 (51,7)	17 (60,7)	0,427	0,085*
Целевой уровень, n (%)				
L ₂ –L ₃	0 (0,0)	2 (7,1)	0,074	0,280*
L ₃ –L ₄	9 (15,0)	2 (7,1)		
L ₄ –L ₅	41 (68,3)	16 (57,1)		
L ₅ –S ₁	10 (16,7)	8 (28,7)		
Длительность симптомов, n (%)				
6–24 мес.	17 (28,3)	9 (32,1)	0,715	0,039*
Более 24 мес.	43 (71,7)	19 (67,9)		
Курение, n (%)	11 (18,3)	9 (32,1)	0,150	0,153*
Боль по ЦРШ (в спине) до операции	6 [4,3; 7,8]	6,5 [3,3; 8]	0,968	0,004**
Боль по ЦРШ (в ноге) до операции	5 [2,3; 7,0]	6 [3,3; 8]	0,188	0,142**
Физический статус до операции ASA	2 [2,0; 3,0]	2 [2; 3]	0,497	- 0,073**
Осветри (ODI) до операции	39 [30,0; 54,0]	46 [22,0; 51,8]	0,860	0,019**
Цюрихская шкала по оценке перемежающейся хромоты (ZCQ)				
Блок SS-1 (Symptom Severity – выраженность симптомов), S ₁ –S ₄ (болевая подгруппа), баллы	3,5 [3,3; 3,8]	3,4 [2,8; 4,0]	0,547	- 0,073**
Блок SS-2 (Symptom Severity – выраженность симптомов), S ₅ –S ₇ (нейроишемическая подгруппа), баллы	2 [1,3; 2,7]	1,7 [1,4; 2,2]	0,449	- 0,082**
Блок PhF (Physical Function – физическая активность), S ₈ –S ₁₂ , баллы	2,6 [1,6; 2,8]	2,4 [1,5; 3,2]	0,658	0,049**
Блок RE (Reliability Evaluation – надежность), S ₁ –S ₁₂ , баллы	2,7 [2,2; 2,9]	2,8 [1,9; 3,1]	0,918	0,011**
Оценка здоровья по SF-12				
Психическое здоровье	32,3 [23,6; 36,3]	29,7 [20,9; 33,9]	0,513	- 0,071**
Физическое здоровье	39,3 [31,5; 47,9]	37,5 [28,6; 52,2]	0,848	0,021**
Сроки наблюдения, мес.	18 [11,0; 34,0]	19 [6,5; 27,5]	0,449	- 0,082**

* Критерий V Крамера для номинальных данных; ** корреляционный анализ Спирмена; ИМТ – индекс массы тела; ЦРШ – цифровая рейтинговая шкала боли (NRS – numerical rating scale).

Surgery Syndrome – FBSS) с последующей установкой системы нейростимуляции; у шестерых – осложнения, связанные с имплантатами (формирование псевдоартроза у пациента с повторными микродискэктомиями в анамнезе, у пятерых – развитие синдрома смежного

уровня, при этом только одна пациентка была направлена на повторное стабилизирующее вмешательство). Остальным пациентам провели курсы консервативного и реабилитационного лечения, а также блокады и радиочастотную денервацию с положительным эффектом.

Обсуждение

Технология непрямо́й декомпрессии корешков спинного мозга и межтеловой спондилодез из латерального препоас-доступа – малоинвазивная хирургическая методика, при которой подход к межпозвонковому диску осуществля-

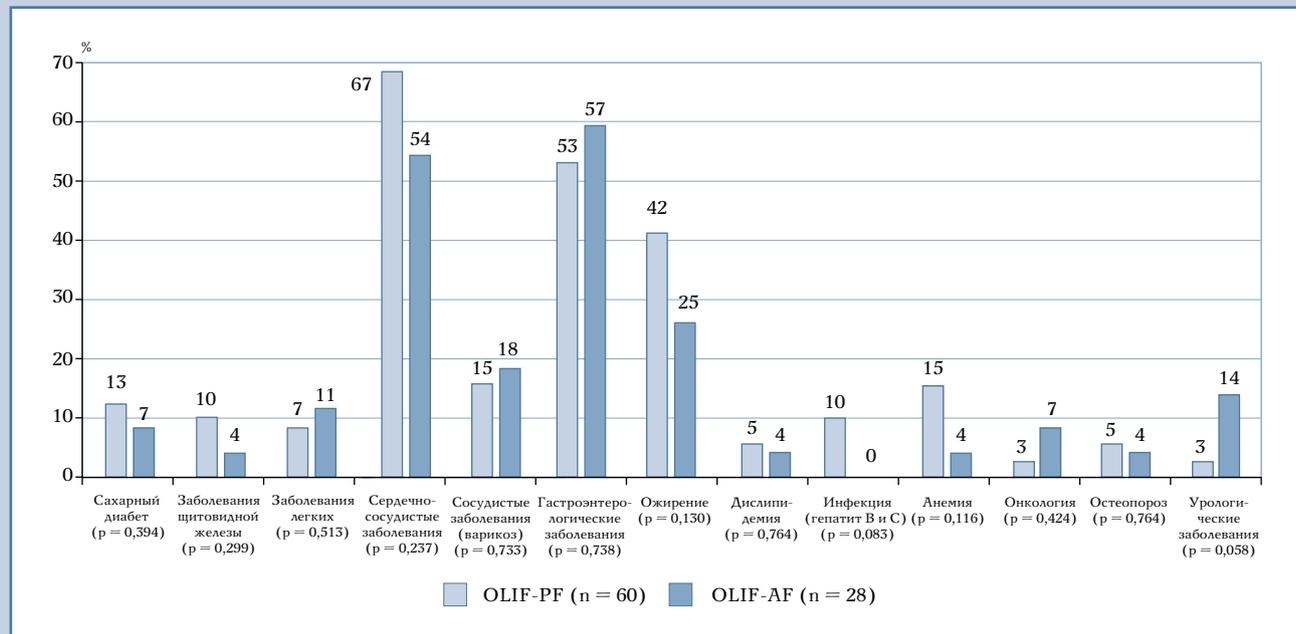


Рис. 5
Сравнительная характеристика групп по сопутствующим заболеваниям

Таблица 2
Сравнение клинических данных группа OLIF-PF и OLIF-AF

Параметры	OLIF-PF (n = 60)	OLIF-AF (n = 28)	p	Оценка силы взаимосвязи
Длительность антибиотикопрофилактики, сут	2 [2; 3]	2 [1; 2]	0,002	- 0,325**
Объем внутривенных инфузий (интраоперационно), мл	1000 [1000; 1100]	750 [500; 1100]	0,012	- 0,267**
Использование локальной анестезии, n (%)	44 (73,3)	10 (35,7)	0,001	0,360*
ESPB, n (%)	7 (11,7)	11 (39,3)	0,003	0,319*
Время наркоза, мин	240 [211,3; 275,0]	135 [110,0; 160,0]	0,000	- 0,712**
Время оперативного вмешательства, мин	195 [160,0; 213,8]	80 [66,3; 100,0]	0,000	- 0,715**
Объем кровопотери, мл	80 [61,3; 100,0]	50 [20,0; 50,0]	0,000	- 0,629**
Койкодни (до операции), сут	2 [1,0; 3,8]	2 [1,0; 3,0]	0,474	- 0,077**
Койкодни (после операции), сут	5 [4; 6]	4 [3; 5]	0,000	- 0,447**
Койкодни (всего), сут	7 [7; 8]	6 [5; 7]	0,000	- 0,410**
Рентгенологическая нагрузка (за период госпитализации), мЗв	7,2 [4,4; 11,9]	4,7 [1,6; 7,4]	0,005	- 0,298**
Боль по ЦРШ (в спине) в день выписки	3,5 [2,0; 5,0]	3 [1,3; 4,0]	0,034	0,227**
Боль по ЦРШ (в ноге) в день выписки	3 [1; 5]	3 [2; 4]	0,673	0,045**
Применение опиоидов, n (%)	19 (31,7)	1 (3,6)	0,003	0,312*
Регоспитализация (30 дней), n (%)	0 (0)	0 (0)	—	—
Реоперация (30 дней), n (%)	1 (1,7)	1 (3,6)	0,577	0,060*
МСКТ в послеоперационном периоде, n (%)	33 (55,0)	10 (35,7)	0,092	0,180*
Сформирован межтеловой спондилодез (n = 43), n (%)	да	32 (98,4)	0,213	0,188*
	нет	1 (1,6)		

* Критерий V Крамера для номинальных данных; ** корреляционный анализ Спирмена; ЦРШ — цифровая рейтинговая шкала боли; ESPB (Erector spine plane block) — межфасциальная анестезия мышцы, выпрямляющей позвоночник.

Таблица 3

Сравнительная характеристика осложнений и неблагоприятных событий в группах OLIF-PF и OLIF-AF, n (%)

Осложнения	OLIF-PF (n = 60)	OLIF-AF (n = 28)	p	Оценка силы взаимосвязи
Осложнения и неблагоприятные события, всего	17 (28,3)	5 (17,9)	0,290	0,113*
Ранние осложнения и неблагоприятные события	8 (13,3)	3 (10,7)	0,464	0,078*
Поздние (более 30 дней) осложнения и неблагоприятные события	9 (15,0)	2 (7,1)	0,299	0,111*
Инфекция области хирургического вмешательства	2 (3,3)	0 (0,0)	0,328	0,104*
Неврологические осложнения	1 (1,7)	0 (0,0)	0,492	0,073*
Желудочно-кишечные осложнения	4 (6,7)	0 (0,0)	0,162	0,149*
Осложнения, связанные с имплантатами	10 (16,7)	4 (14,3)	0,517	0,069*
Урологические осложнения	0 (0,0)	1 (3,6)	0,141	0,157*
Тромбоэмболические осложнения	0 (0,0)	0 (0,0)	–	–

* Критерий V Крамера для номинальных данных.

ется через анатомическое окно между поясничной мышцей и магистральными сосудами, чтобы избежать травм сосудов и нервов поясничного сплетения, а также повреждения мышц, связок и костей поясничного отдела позвоночника. Проведение OLIF уменьшает объем кровопотери, травматичность и время операции, послеоперационное восстановление, значительно снижает риски осложнений [4]. Таким образом, OLIF является эффективным, универсальным и минимально-травматичным вариантом поясничного спондилодеза с относительно небольшим количеством осложнений, что говорит о его преимуществе по сравнению методиками TLIF, DLIF и ALIF [18].

Данную технику доступа впервые описал Mayer [25]. Термин «OLIF» был впервые описан в 2012 г. в работе Silvestre et al. [23]. Детальное описание анатомического доступа с возможностью безопасного проведения операции на уровнях с L₁ до S₁ позвонков было подтверждено в различных исследованиях [18, 26–28].

OLIF в сочетании с задней перкутанной транспедикулярной фиксацией (OLIF-PF) [4, 18, 29] широко используется при лечении поясничного стеноза, нестабильности позвоночно-двигательного сегмента и спондилолистеза. Тем не менее необходимость интраоперационной смены положения пациента и дополнительных разрезов с увеличением травматичности

и длительности операции обусловила дальнейший поиск оптимальной хирургической техники [15, 16].

Liu et al. [20] и Xie et al. [19] опубликовали в 2020 г. исследования, в которых продемонстрировали проведение OLIF с переднебоковой винтовой фиксацией при лечении дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника. Поскольку кейдж, используемый в OLIF, больше и охватывает двустороннее эпифизарное кольцо, стабильность фиксации значительно повышается. Это биомеханически обуславливает возможность надежной инструментальной стабилизации из одного доступа как одного [19, 20], так и двух [30] позвоночно-двигательных сегментов при OLIF-AF. В нашем исследовании при проведении вентральной фиксации на уровне L₅–S₁ использовали спонгиозные винты, что, с учетом анатомии и биомеханических особенностей OLIF L₅–S₁, позволило обеспечить стабильность фиксации при межтеловом спондилодезе без необходимости задней фиксации в группе OLIF-AF. Ранее было доказано, что автономный OLIF в сравнении с OLIF-PF может обеспечить сопоставимые клинические и рентгенологические результаты на фоне одинакового уровня осложнений. Часть исследователей факторами, ограничивающими сравнение этих методик, считают выраженный остеопороз [16] и повреждение замы-

кательных пластин [31], что было учтено в нашей работе.

Для хирургии дегенеративных поражений позвоночника такой подход является новаторским, так как ранее технику переднебоковой винтовой фиксации применяли только при лечении позвоночно-спинальной травмы, туберкулезных и иных поражений позвоночника [32, 33]. Недостаток OLIF по сравнению с TLIF в виде невозможности выполнения прямой декомпрессии невралных структур Zhou et al. [34] компенсировали симультанным проведением OLIF-AF с перкутанной эндоскопической трансфорамальной хирургией (oblique lumbar interbody fusion with lateral screw fixation and percutaneous endoscopic transforaminal discectomy – OLIF-PETD), что позволило не повреждать параспинальные мышцы, костные структуры и обеспечить минимизацию операционной травмы для пациента.

На момент написания данной работы в отечественной литературе, по данным elibrary, не удалось найти исследований, посвященных применению переднебоковой фиксации при проведении не прямой декомпрессии корешков спинного мозга и межтелового спондилодеза через латеральный препоас-доступ (OLIF-AF), а при анализе мировой литературы (согласно базе данных Pubmed) – лишь несколько публикаций [15, 19, 20, 35–38], опубликованных в 2020–2022 гг.

Оценка травматичности операции

Одними из наиболее распространенных параметров травматичности хирургического вмешательства являются сроки госпитализации, кровопотеря, длительность операции и анестезиологического пособия. В нашем исследовании, как и в подобных исследованиях других авторов [15, 35], получено статистически значимое преимущество в группе OLIF-AF по объему интраоперационной кровопотери и внутривенных инфузий, времени оперативного вмешательства и анестезиологического пособия, рентгенологической нагрузки и срокам госпитализации. Аналогичные результаты были получены при сравнении OLIF-AF с TLIF [37], а также OLIF-PETD с MIS-TLIF [36, 38].

Оценка рентгенологических результатов

Мы выявили, что в обеих группах отмечен высокий процент формирования межтелового костного блока без наличия статистически значимых различий, что было подтверждено в других исследованиях [15, 35].

В нашем исследовании не проводился сравнительный анализ по достигнутым рентгенологическим параметрам после операций в обеих группах (фораминальная высота (FH), площадь поперечного сечения (CSA), передняя (ADH) и задняя (PDH) высота диска). В работах других авторов показано, что полученные результаты в группах OLIF-AF и OLIF-PF являются сопоставимыми и не отличаются ($p < 0,05$) друг от друга [15, 35].

Оценка осложнений и нежелательных явлений

Вероятность осложнений при проведении OLIF в среднем составляет 13,9 % [18], что меньше при сравнении с такими методиками, как ALIF — 14,1 % [39], TLIF — 19,25 % и ELIF — 31,4 % [40]. Частота серьезных осложнений при проведении OLIF (повреждений магистральных сосудов, мочеточников и нервов) составляет 1,9 %, а наиболее частыми являются временная слабость, онемение бедра (13,5 %) и повреждение замыкательной пластинки (18,7 %) [4].

В нашем исследовании процент осложнений в группе с переднебоковой фиксацией был меньше, хотя статистически значимых различий мы не получили (17,9 % против 28,3 %; $p = 0,290$). По данным других исследователей, осложнения встречались от 14,3 % [20] до 45,8 % [15] случаев при проведении OLIF-AF, при этом также не было получено статистически значимых различий между группами OLIF-AF и OLIF-PF (45,8 % против 48,1 %; $p = 0,869$) [15]. Не было выявлено различий в уровне осложнений при сравнении OLIF-AF с TLIF (25,0 % против 23,9 %; $p = 0,545$) [37], а также OLIF-PETD с MIS-TLIF (6,5 % против 5,9 %; $p = 0,924$) [36].

Оценка влияния на болевой синдром

OLIF-PF требует рассечения паравертебральных мышц для установки металлоконструкции. Послеоперационная атрофия паравертебральных мышц тесно связана с денервацией паравертебральных мышц, последующей неэффективностью проведенной хирургии и наличием послеоперационной боли в пояснице у некоторых пациентов [41]. OLIF-AF не требует диссекции паравертебральных мышц, что теоретически приводит к более низкой послеоперационной боли. В исследовании Guo et al. [15], а также по результатам нашего исследования выявлен достоверно меньший уровень болевого синдрома в спине в раннем послеоперационном периоде в группе OLIF-AF, что подтверждает важность уменьшения повреждения паравертебральных мышц для ускоренного послеоперационного восстановления пациентов. Аналогичные данные получены при сравнении OLIF-PETD с MIS-TLIF ($2,4 \pm 0,5$ против $3,1 \pm 0,7$; $p = 0,009$) [36].

Ограничения и перспективы исследования

Данное клиническое исследование имело следующие ограничения:

- ретроспективный характер исследования, что повышает риск систематических ошибок;
- оперативные вмешательства выполнялись при одноуровневых

стенозах L_2-S_1 , а уровень вмешательства может влиять на различные параметры, уровень осложнений и результаты лечения;

- различные сроки катамнестического наблюдения (от 3 до 51 мес.) и различия по количеству пациентов в группах, что также могло повлиять на итоговые результаты исследования.

Несмотря на все ограничения, полученные результаты исследования дают важные первичные сведения для оценки безопасности и эффективности переднебоковой инструментальной фиксации при проведении непрямой декомпрессии корешков спинного мозга и межтелового спондилодеза из латерального препсоас-доступа, что может помочь в организации дальнейших проспективных рандомизированных исследований для формулирования показаний и ограничений при проведении OLIF-AF.

Заключение

Непрямая декомпрессия корешков спинного мозга и межтеловой спондилодеза из латерального препсоас-доступа в сочетании с переднебоковой инструментальной фиксацией (OLIF-AF) являются эффективной и безопасной методикой хирургического лечения односегментарных поясничных стенозов. Данный способ позволяет уменьшить травматичность операции, выраженность болевого синдрома и создать условия для ускоренного послеоперационного восстановления. Необходимы дальнейшие мультицентровые рандомизированные исследования для комплексной оценки долгосрочных результатов.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

1. **Wu AM, Chen CH, Shen ZH, Feng ZH, Weng WQ, Li SM, Chi YL, Yin LH, Ni WF.** The outcomes of minimally invasive versus open posterior approach spinal fusion in treatment of lumbar spondylolisthesis: the current evidence from prospective comparative studies. *Biomed Res Int.* 2017;2017:8423638. DOI: 10.1155/2017/8423638.
2. **Бывальцев В.А., Калинин А.А., Степанов И.А., Алиев М.А., Шепелев В.В., Пестряков Ю.Я.** Метаанализ проспективных когортных исследований, сравнивающих результаты использования минимально-инвазивного и открытого трансфораминального поясничного межтелового спондиллодеза в хирургическом лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника // *Гений ортопедии.* 2019. Т. 25. № 1. С. 111–119. [Bvaltsev VA, Kalinin AA, Stepanov IA, Aliyev MA, Shepelev VV, Pestryakov YuYa. Meta-analysis of prospective cohort studies that compare outcomes of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in surgical treatment of patients with lumbar spine degenerative disease. *Genij Ortopedii.* 2019;25(1):111–119]. DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-1-111-119.
3. **Wu AM, Hu ZC, Li XB, Feng ZH, Chen D, Xu H, Huang QS, Lin Y, Wang XY, Zhang K, Zhao J, Ni WF.** Comparison of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of single segmental lumbar spondylolisthesis: minimum two-year follow up. *Ann Transl Med.* 2018;6:105. DOI: 10.21037/atm.2018.02.11.
4. **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.* 2017;42:55–62. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001650.
5. **Zhang Q, Han XG, Xu YF, Fan MX, Zhao JW, Liu YJ, He D, Tian W.** Robotic navigation during spine surgery. *Expert Rev Med Devices.* 2020;17:27–32. DOI: 10.1080/17434440.2020.1699405.
6. **Friedman GN, Benton JA, Echt M, De la Garza Ramos R, Shin JH, Coumans JCE, Gitkind A, Yassari R, Leveque JC, Sethi RK, Yanamadala V.** Multidisciplinary approaches to complication reduction in complex spine surgery: a systematic review. *Spine J.* 2020;20:1248–1260. DOI: 10.1016/j.spinee.2020.04.008.
7. **Noh SH, Ha Y, Park JY, Kuh SU, Chin DK, Kim KS, Cho YE, Lee HS, Kim KH.** Modified global alignment and proportion scoring with body mass index and bone mineral density analysis in global alignment and proportion score of each 3 categories for predicting mechanical complications after adult spinal deformity surgery. *Neurospine.* 2021;18:484–491. DOI: 10.14245/ns.2142470.235.
8. **Camino-Willhuber G, Cabrera JP, Carazzo C, Guiroy A, Gagliardi M, Terrasa S, Joaquim AF.** Reporting complications in spinal surgery—a systematic literature review. *World Neurosurg.* 2021;150:e765–e770. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.03.143.
9. **Ha DH, Kim TK, Oh SK, Cho HG, Kim KR, Shim DM.** Results of decompression alone in patients with lumbar spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis: a minimum 5-year follow-up. *Clin Orthop Surg.* 2020;12:187–193. DOI: 10.4055/cios19110.
10. **Сайфуллин А.П., Алейник А.Я., Боклов А.Е., Израэлян Ю.А., Млявях С.Г.** Технология ускоренного восстановления ERAS в спинальной нейрохирургии: систематический обзор литературы // *Нейрохирургия.* 2022. Т. 24. № 1. С. 83–100. [Sayfullin AP, Aleynik AY, Bokov AE, Israelyan YA, Mlyavykh SG. Enhanced recovery after surgery (ERAS) in spine surgery: systematic review. *Russian journal of neurosurgery.* 2022;24(1):83–100]. DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-83-100.
11. **Koucheki R, Koyle M, Ibrahim GM, Nallet J, Lebel DE.** Comparison of interventions and outcomes of enhanced recovery after surgery: a systematic review and meta-analysis of 2456 adolescent idiopathic scoliosis cases. *Eur Spine J.* 2021;30:3457–3472. DOI: 10.1007/s00586-021-06984-0.
12. **Gadiya AD, Koch JEJ, Patel MS, Shafafy M, Grevitt MP, Quraishi NA.** Enhanced recovery after surgery (ERAS) in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): a meta-analysis and systematic review. *Spine Deform.* 2021;9:893–904. DOI: 10.1007/s43390-021-00310-w.
13. **Tong Y, Fernandez L, Bendo JA, Spivak JM.** Enhanced Recovery After Surgery trends in adult spine surgery: a systematic review. *Int J Spine Surg.* 2020;14:623–640. DOI: 10.14444/7083.
14. **Генов П.Г., Тимербаев В.Х., Долгашева Н.С., Ефанов А.А., Гринь А.А., Реброва О.Ю.** Влияние различных мультимодальных схем анальгезии при хирургическом лечении пациентов со стенозом позвоночного канала на частоту синдрома неудачной операции на позвоночнике // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* 2019. № 2. С. 71–79. [Genov PG, Timerbaev VKh, Dolgasheva NS, Efanov AA, Grin' AA, Rebrova OYu. The effect of various multimodal analgesia regimens during surgical treatment of patients with spinal stenosis on the rate of failed back surgery syndrome. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko.* 2019;83(2):71–79]. DOI: 10.17116/neiro20198302171.
15. **Guo Y, Wang X, Li Y, Jiang K, Chen B, An J, Hao D, Hu H.** Oblique lateral interbody fusion with anterolateral screw fixation is as effective as with posterior percutaneous pedicle screw fixation in treating single-segment mild degenerative lumbar diseases. *Med Sci Monit.* 2022;28:e934985-1-e934985-12. DOI: 10.12659/MSM.934985.
16. **He W, He D, Sun Y, Xing Y, Wen J, Wang W, Xi Y, Liu M, Tian W, Ye X.** Stand-alone oblique lateral interbody fusion vs. combined with percutaneous pedicle screw in spondylolisthesis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:184. DOI: 10.1186/s12891-020-03192-7.
17. **Woods KR, Billys JB, Hynes RA.** Technical description of oblique lateral interbody fusion at L1–L5 (OLIF25) and at L5–S1 (OLIF51) and evaluation of complication and fusion rates. *Spine J.* 2017;17:545–553. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.10.026.
18. **Aleinik AY, Mlyavykh SG, Qureshi S.** Lumbar spinal fusion using lateral oblique (pre-psoas) approach (review). *Sovrem Tekhnologii Med.* 2021;13(5):70–81. DOI: 10.17691/stm2021.13.5.09.
19. **Xie T, Wang C, Yang Z, Xiu P, Yang X, Wang X, Wang D, Song Y, Zeng J.** Minimally invasive oblique lateral interbody fusion combined with anterolateral screw fixation for lumbar degenerative disc disease. *World Neurosurg.* 2020;135:e671–e678. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.12.105.
20. **Liu J, Feng H.** Oblique lateral interbody fusion (OLIF) with supplemental anterolateral screw and rod instrumentation: a preliminary clinical study. *World Neurosurg.* 2020;134:e944–e950. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.11.046.
21. **Debono B, Wainwright TW, Wang MY, Sigmondsson FG, Yang MMH, Smid-Nanninga H, Bonnal A, Le Huec JC, Fawcett WJ, Ljungqvist O, Lonjon G, de Boer HD.** Consensus statement for perioperative care in lumbar spinal fusion: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. *Spine J.* 2021;21:729–752. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.01.001.
22. **Сайфуллин А.П., Боклов А.Е., Мордвинов А.А., Млявях С.Г.** Технология ускоренного восстановления после операции: современное состояние в спинальной нейрохирургии. *Нейрохирургия.* 2023;25(2):89–105. [Sayfullin AP, Bokov AE, Mordvinov AA, Mlyavykh SG. Enhanced recovery after surgery: the current state in spinal neurosurgery. *Russian journal of neurosurgery.* 2023;25(2):89–105]. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-89-105.
23. **Silvestre C, Mac-Thiong JM, Hilmi R, Roussouly P.** Complications and morbidities of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lumbar interbody fusion in 179 patients. *Asian Spine J.* 2012;6:89–97. DOI: 10.4184/asj.2012.6.2.89.

24. **Grijbovski AM.** Analysis of nominal data (independent observations). *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2008;6:58–68.
25. **Mayer HM.** A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion. *Spine*. 1997;22:691–700. DOI: 10.1097/00007632-199703150-00023.
26. **Davis TT, Hynes RA, Fung DA, Spann SW, MacMillan M, Kwon B, Liu J, Acosta F, Drochnerer TE.** Retroperitoneal oblique corridor to the L2-S1 intervertebral discs in the lateral position: an anatomic study. *J Neurosurg Spine*. 2014;21:785–793. DOI: 10.3171/2014.7.SPINE13564.
27. **Molinares DM, Davis TT, Fung DA.** Retroperitoneal oblique corridor to the L2-S1 intervertebral discs: an MRI study. *J Neurosurg Spine*. 2016;24:248–255. DOI: 10.3171/2015.3.SPINE13976.
28. **Kanemura T, Satake K, Nakashima H, Segi N, Ouchida J, Yamaguchi H, Imagama S.** Understanding retroperitoneal anatomy for lateral approach spine surgery. *Spine Surg Relat Res*. 2017;1:107–120. DOI: 10.22603/ssr.1.2017-0008.
29. **Zhang YH, White I, Potts E, Mobasser JP, Chou D.** Comparison perioperative factors during minimally invasive pre-psoas lateral interbody fusion of the lumbar spine using either navigation or conventional fluoroscopy. *Global Spine J*. 2017;7:657–663. DOI: 10.1177/2192568217716149.
30. **Zhao L, Xie T, Wang X, Yang Z, Pu X, Zeng J.** Whether anterolateral single rod can maintain the surgical outcomes following oblique lumbar interbody fusion for double-segment disc disease. *Orthop Surg*. 2022;14:1126–1134. DOI: 10.1111/os.13290.
31. **Yang X, Luo C, Liu L, Song Y, Li T, Zhou Z, Hu B, Zhou Q, Xiu P.** Minimally invasive lateral lumbar intervertebral fusion versus traditional anterior approach for localized lumbar tuberculosis: a matched-pair case control study. *Spine J*. 2020;20:426–434. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.10.014.
32. **Schreiber U, Bence T, Grupp T, Steinhäuser E, Mrckley T, Mittelmeier W, Beisseet R.** Is a single anterolateral screw-plate fixation sufficient for the treatment of spinal fractures in the thoracolumbar junction? A biomechanical in vitro investigation. *Eur Spine J*. 2005;14:197–204. DOI: 10.1007/s00586-004-0770-9.
33. **Zhou T, Gu Y.** Hybrid surgery of percutaneous transforaminal endoscopic surgery (PTES) combined with OLIF and anterolateral screws rod fixation for treatment of multi-level lumbar degenerative diseases with intervertebral instability. *J Orthop Surg Res*. 2023;18:117. DOI: 10.1186/s13018-023-03573-3.
34. **Wu MT, Chung TT, Chen SC, Kao TJ, Song WS.** Oblique lateral interbody fusion in heterogenous lumbar diseases: Anterolateral screw fixation vs. posterior percutaneous pedicle screw fixation – A single center experience. *Front Surg*. 2022;9:989372. DOI: 10.3389/fsurg.2022.989372.
35. **Zhou T, Fan W, Gu Y, Che W, Zhang L, Wang Y.** Percutaneous transforaminal endoscopic surgery combined with mini-incision OLIF and anterolateral screws rod fixation vs. MIS-TLIF for surgical treatment of single-level lumbar spondylolisthesis. *Front Surg*. 2022;9:1049448. DOI: 10.3389/fsurg.2022.1049448.
36. **Zhao L, Xie T, Wang X, Yang Z, Pu X, Lu Y, Song Y, Zeng J.** Comparing the medium-term outcomes of lumbar interbody fusion via transforaminal and oblique approach in treating lumbar degenerative disc diseases. *Spine J*. 2022;22:993–1001. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.12.006.
37. **Deng C, Feng H, Ma X, Chen C, Mei J, Sun L.** Comparing oblique lumbar interbody fusion with lateral screw fixation and percutaneous endoscopic transforaminal discectomy (OLIF-PETD) and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) for the treatment of lumbar disc herniation complicated with lumbar instability. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23:1104. DOI: 10.1186/s12891-022-06075-1.
38. **Bateman DK, Millhouse PW, Shahi N, Kadam AB, Maltenfort MG, Koerner JD, Vaccaro AR.** Anterior lumbar spine surgery: a systematic review and meta-analysis of associated complications. *Spine J*. 2015;15:1118–1132. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.02.040.
39. **Joseph JR, Smith BW, La Marca F, Park P.** Comparison of complication rates of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and lateral lumbar interbody fusion: a systematic review of the literature. *Neurosurg Focus*. 2015;39:E4. DOI: 10.3171/2015.7.FOCUS15278.
40. **Ross JS, Robertson JT, Frederickson RC, Petrie JL, Obuchowski N, Modic MT, de Tribolet N.** Association between peridural scar and recurrent radicular pain after lumbar discectomy: magnetic resonance evaluation. *ADCON-L European Study Group. Neurosurgery*. 1996;38:855–861; discussion 861–863.

Адрес для переписки:

Сайфуллин Александр Петрович
603005, Россия, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1,
Приволжский исследовательский медицинский университет,
sayfullin-a.p@mail.ru

Address correspondence to:

Saifullin Aleksandr Petrovich
Privolzhsky Research Medical University,
10/1 Minin and Pozharsky sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia,
sayfullin-a.p@mail.ru

Статья поступила в редакцию 18.05.2023

Рецензирование пройдено 26.07.2023

Подписано в печать 01.08.2023

Received 18.05.2023

Review completed 26.07.2023

Passed for printing 01.08.2023

Александр Петрович Сайфуллин, нейрохирург, аспирант отделения нейрохирургии университетской клиники, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0003-0108-398X, sayfullin-a.p@mail.ru;
Александр Яковлевич Алейник, канд. мед. наук, нейрохирург института травматологии и ортопедии, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0002-1761-1022, aaleynik23@gmail.com;
Андрей Евгеньевич Бокон, канд. мед. наук, заведующий отделением онкологии и нейрохирургии института травматологии и ортопедии, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М.В. Колокольцева, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0002-5203-0717, andrei_bokov@mail.ru;
Сергей Геннадьевич Млявях, д-р мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М.В. Колокольцева, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0002-6310-4961, serg.mlyavyukb@gmail.com.

Aleksandr Petrovich Saifullin, neurosurgeon, postgraduate student of the Department of Neurosurgery of the University Clinic, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0003-0108-398X, sayfullin-a.p@mail.ru;

Alexandr Yakovlevich Aleynik, MD, PhD, neurosurgeon, Institute of Traumatology and Orthopedics, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0002-1761-1022, aaleynik23@gmail.com;

Andrei Evgenyevich Bokov, MD, PhD, Head of the Department of Oncology and Neurosurgery of the Institute of Traumatology and Orthopedics, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery n.a. M.V. Kolokoltsev, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0002-5203-0717, andrei_bokov@mail.ru;

Sergey Gemadyevich Mlyavlykb, DMSc, Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery n.a. M.V. Kolokoltsev, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0002-6310-4961, serg.mlyavlykb@gmail.com.