https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-3-59-67

Check for updates

Отдаленные результаты и факторы риска неудовлетворительных исходов микродискэктомии и тотальной артропластики при грыжах поясничных межпозвонковых дисков у работников ОАО «РЖД»

А.А. Калинин[1,2], Ю.Я. Пестряков[1], В.А. Бывальцев[1-3]*

[1] Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия
[2] Клиническая больница «РЖД-Медицина», Иркутск, Россия
[3] Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО, Иркутск, Россия

* В.А. Бывальцев, Иркутский государственный медицинский университет, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания 1, byval75vadim@yandex.ru

Поступила в редакцию 28 марта 2025 г. Исправлена 19 мая 2025 г. Принята к печати 25 мая 2025 г.

Резюме

Актуальность: Работники железнодорожного транспорта подвергаются воздействию неблагоприятных условий труда, способствующих развитию и прогрессированию заболеваний позвоночника. Оперативное лечение данной категории пациентов должно обеспечивать быстрое и эффективное восстановление функций организма, а также полноценную реабилитацию для возвращения к профессиональной деятельности.

Цель исследования: Изучить отдаленные результаты микродискэктомии (МД) и тотальной артропластики (ТА) при лечении грыж межпозвонковых дисков (МПД) поясничного отдела у сотрудников ОАО «РЖД». Определить факторы, предсказывающие риск развития неблагоприятных последствий оперативного вмешательства.

Материалы и методы: За период с 2010 по 2020 гг. проведено 522 операции – МД выполнили пациентам группы I, а ТА – группе II. Через средний срок наблюдения около 8 лет после операций ретроспективно проанализированы клинические данные 481 пациента (320 пациентов группы I и 161 пациент группы II). В частности, детально изучены случаи неудачных исходов лечения у 98 пациентов (67 пациентов группы I и 31 пациент группы II).

Результаты: Одномерный логистический регрессионный анализ выявил специфические факторы риска развития негативных клинических результатов отдельно для каждой группы пациентов. Для пациентов, подвергшихся МД: ИМТ 30–35 кг/м², тяжелая физическая работа, значительное уменьшение высоты позвоночного сегмента относительно вышерасположенных сегментов, дегенерация дугоотростчатых суставов (ДС) II ст. и более по Fujiwara A., дегенерация МПД III ст. и более по Pfirrmann C., величина измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) оперированного МПД < 1370 мм²/с, смена профессии вследствие болезни. Пациенты, перенесшие ТА: возраст старше 40 лет, ожирение (ИМТ >35 кг/м²), курение, мигрирование грыжи диска, дегенерация ДС более II ст. по Fujiwara A., дегенерация МПД более III ст. по Pfirrmann C., наличие задних остеофитов, фасеточный угол более 60 °, наличие изменений костного мозга и концевых пластинок оперированного сегмента по Modic I–II до операции, величина ИКД оперированного МПД < 1200 мм²/с, невозможность сохранения прежнего профессионального статуса.

Выводы: Предложенный подход к выбору хирургического метода и своевременная коррекция указанных факторов риска способны уменьшить количество случаев неудовлетворительных исходов оперативного лечения, повысить вероятность восстановления работоспособности и снизить экономические издержки предприятия.

Ключевые слова: поясничный отдел позвоночника, дегенеративные заболевания, железнодорожники, хирургическое лечение, отдаленные результаты, факторы риска, осложнения, возврат к труду

Цитировать: Калинин А.А., Пестряков Ю.Я., Бывальцев В.А. Отдаленные результаты и факторы риска неудовлетворительных исходов микродискэктомии и тотальной артропластики при грыжах поясничных межпозвонковых дисков у работников ОАО «РЖД». *Инновационная медицина Кубани*. 2025;10(3):59–67. https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-3-59-67

CC BY NC

Long-Term Outcomes and Risk Factors for Unsatisfactory Results of Microdiscectomy and Total Arthroplasty for Lumbar Disc Herniation among Employees of Russian Railways

Andrey A. Kalinin[1,2], Yuriy Ya. Pestryakov[1], Vadim A. Byvaltsev[1-3*]

[1] Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation
[2] Clinical Hospital "Russian Railways-Medicine", Irkutsk, Russian Federation
[3] Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russian Federation

* Vadim A. Byvaltsev, Irkutsk State Medical University, ulitsa Krasnogo Vostania 1, Irkutsk, 664003, Russian Federation, byval75vadim@yandex.ru

Received:March 28, 2025. Received in revised form: May 19, 2025. Accepted: May 25, 2025.

Abstract

Background: Railway workers are exposed to occupational conditions that contribute to the development and progression of spinal disorders. Surgical treatment in these patients should include rapid and effective functional recovery, as well as full occupational rehabilitation.

Objective: To analyze the long-term outcomes of microdiscectomy (MD) and total disk arthroplasty (TDA) for the treatment of lumbar intervertebral disc (IVD) herniations in railway workers and to identify factors predicting the risk of unfavorable postoperative outcomes.

Materials and methods: Between 2010 and 2020, a total of 522 surgical procedures were performed for lumbar IVD herniations in railway workers: MD in group I and TDA in group II. Clinical data were retrospectively analyzed for 481 patients at a mean postoperative follow-up of 8 years (320 patients in group I and 161 patients in group II). Particular attention was given to cases with unfavorable treatment outcomes, which were identified in 98 patients (67 in group I and 31 in group II).

Results: Based on univariate logistic regression analysis, risk factors associated with the development of unsatisfactory clinical outcomes were determined for each patient subgroup. For patients who underwent MD: BMI of 30-35 kg/m^2, high physical workload, substantial reduction in the height of the operated spinal segment relative to the adjacent upper segments, facet joint (FJ) degeneration of grade II or higher according to Fujiwara A., IVD degeneration of grade III or higher according to Pfirrmann C., apparent diffusion coefficient (ADC) value of the operated IVD <1370 mm^2/s, and change of profession due to illness. For patients who underwent TDA: age over 40 years, BMI over 35 kg/m^2, smoking, disc herniation migration, FJ degeneration greater than grade according to Fujiwara A., FJ degeneration above grade II according to Fujiwara A., IVD degeneration above grade III according to Pfirrmann C., presence of posterior osteophytes, facet angle greater than 60°, Modic type I–II changes in bone marrow and endplates of the operated segment prior to surgery, ADC value of the operated IVD <1200 mm^2/s, and inability to maintain preoperative occupational status.

Conclusions: The use of the proposed surgical strategy along with preoperative correction of the identified risk factors may reduce the incidence of unsatisfactory clinical outcomes, increase the rate of return to work and decrease the economic burden on the enterprise.

Keywords: lumbar spine; degenerative diseases; railway workers; surgical treatment; long-term outcomes; risk factors; complications; return to work

Cite this article as: Kalinin AA, Pestryakov YuYa, Byvaltsev VA. Long-term outcomes and risk factors for unsatisfactory results of microdiscectomy and total arthroplasty for lumbar disc herniation among employees of Russian Railways. *Innovative Medicine of Kuban.* 2025;10(3):59–67. https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-3-59-67

Введение

Работники железнодорожной отрасли, относящиеся к системе ОАО «РЖД», представляют собой особую категорию пациентов внутри ведомства. Они отличаются высокой начальной физической подготовленностью и сильным стремлением к быстрому возвращению привычной повседневной активности после проведенных хирургических процедур. Важно отметить, что данная группа лиц стремится поддерживать свою профессиональную пригодность и квалификацию даже после периода реабилитации [1, 2].

Факторы риска, характерные для производственных процессов работников железнодорожного транспорта, включают повышенные физические нагрузки, частые вращательные движения позвоночника, длительные периоды нахождения в сидячем положении, воздействие вибрации, шумовых воздействий, электромагнитных полей, а также высокую психоэмоциональную нагрузку [3].

Важнейшим аспектом оказания нейрохирургической помощи работникам железнодорожной отрасли является обеспечение длительного сохранения профессиональной пригодности путем эффективного восстановления способности к выполнению трудовых обязанностей и предотвращения экономических затрат организации на переподготовку специалистов [4, 5].

В современной медицинской литературе пока не существует систематизированных исследований, направленных на изучение отдалённых результатов и выявление факторов риска возникновения неблагоприятных исходов при применении методик микрохирургической дискэктомии (МД) и тотальной артропластики (ТА) для лечения грыж поясничных

межпозвонковых дисков (МПД) именно среди работников железнодорожного транспорта.

Цель исследования

Анализ долгосрочных исходов МД и ТА при лечении грыж поясничных МПД у работников системы ОАО «РЖД», а также выявление предикторов неблагоприятного клинического результата.

Материалы и методы

В ретроспективный анализ включены пациенты из пополняемой базы, которым были выполнены оперативные вмешательства на поясничном отделе позвоночника (n=2356). Исследование выполнено на базе Центра нейрохирургии ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» Иркутска в период 2010–2020 гг. и одобрено заключением этического комитета ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава РФ (протокол № 2 от 19.04.2020 г.). Анализ клинических данных осуществлён в строгом соответствии с этическими нормами, определёнными Хельсинкской декларацией, и исключительно на основе добровольно предоставленного письменного информированного согласия каждого участника исследования.

В исследование были включены пациенты, отвечающие следующим критериям: одноуровневое дегенеративное поражение МПД на уровнях L4-L5 или L5-S1, в том числе с секвестром, отсутствие клинически значимого улучшения после 6–8 недель консервативной терапии, наличие компрессионного неврологического синдрома с радикулярным компонентом (тип «компрессия спинномозгового корешка» по классификации van Rijn), и экструзия диска (тип «экструзия диска» по классификации Combined Task Force [6]). Пациентам выполнялось хирургическое лечение по идентичным показаниям: МД из интерламинарного межмышечного доступа (группа I) или ТА из левостороннего параректального экстраперитонеального доступа (группа II). Критерии исключения: наличие сегментарной нестабильности, миграция грыжевого секвестра в краниальном или каудальном направлении, деформации позвоночника, стеноз позвоночного канала, аномалии пояснично-крестцового перехода позвоночника, остеопороз, полисегментарное заболевание МПД, другая патология на поясничном уровне (опухоли, травма, инфекционно-воспалительный процесс).

В период от 4 до 13 лет после операции (медиана 8 лет) были активно приглашены к участию в исследовании 481 пациент (92,1%), у которых проводилась оценка следующих параметров: (1) интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и (2) нижних конечностях с использованием визуальной аналоговой шкалы (ВАШ), (3) индекс нетрудоспособности Освестри (ODI), (4) качество жизни с использованием опросника SF-36, (5) субъективная оценка исхода лечения по шкале Macnab, (6) категория труда по уровню энергозатрат в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 (1997), (7) послеоперационные осложнения по классификации Dindo-Clavien [7], и (8) особенности течения периода наблюдения (средняя продолжительность временной нетрудоспособности, частота повторных госпитализаций, послеоперационных осложнений и реопераций).

Неудовлетворительный клинический исход (n=98) верифицировался при одновременном наличии в отдаленном послеоперационном периоде: неудовлетворительная оценка по шкале Macnab, интенсивность боли по ВАШ > 20 мм, значение ODI > 20%, и значение SF-36 < 30 баллов.

Среди вышеуказанных пациентов на основании предоперационных антропометрических, анамнестических, клинических и инструментальных данных изучены факторы, потенциально влияющие на формирование неудовлетворительного клинического исхода: (1) возраст, (2) индекс массы тела (ИМТ), (3) факт курения, (4) категория работ по уровню энергозатрат, (5) снижение высоты оперированного уровня по результатам МСКТ, (6) степень дегенерации дугоотростчатых суставов (ДС) на основании классификации A. Fujiwara по данным МРТ, (7) степень дегенерации МПД на основании классификации C. Pfirrmann по данным МРТ, (8) наличие миграции грыжи МПД оперируемого уровня, (9) наличие задних остеофитов по результатам МСКТ, (10) величина угла фасеточного сустава, (11) наличие изменений костного мозга и концевых пластинок оперированного сегмента по Modic на МРТ, (12) величина измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) оперированного МПД по данным диффузионно-взвешенной МРТ, (13) степень возврата к прежней трудовой деятельности.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения Statistica for Windows версия 13,5 (StatSoft, США). Распределение было оценено по критериям Шапиро-Уилка, Колмогорова-Смирнова и Лильефорса. Учитывая наличие достоверных различий по данным тестам (p<0,05), распределение считали отличным от нормального. Поэтому оценку значимости различий выборок производили по критериям непараметрической статистики; уровень p<0,05 считался нижним доверительным пределом. Данные представлены в виде медианы, значения 1-го и 3-го квартилей – Me (Q25; Q75). Использовались следующие критерии непараметрической статистики: критерий Манна-Уитни для межгруппового сравнения, критерий Фридмана для зависимых выборок и точный критерий Фишера для биномиальных параметров. Для выявления факторов риска развития неудовлетворительного клинического исхода был использован одномерный логистический регрессионный анализ. Значительное влияние имели факторы риска со значением p<0,05.

Результаты

Предоперационная характеристика пациентов, включенных в исследование и доступных к анализу в отдаленном послеоперационном периоде представлена в таблице 1. По всем анализируемым параметрам межгрупповых различий не зарегистрировано (p>0,05).

Отдаленные послеоперационные исходы были оценены у 91,7% (320/349) пациентов в группе I и у 93,1% (161/173) пациентов в группе II (табл. 2). Среднее время возвращения к трудовой деятельности после выписки из стационара не продемонстрировало статистически значимых межгрупповых различий (p>0,05). Однако анализ выявил статистически значимое улучшение отдаленных клинических показателей в группе ТА (группа II) по сравнению с МД (группа I, p<0,05): снижение интенсивности болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях (по данным ВАШ), улучшение функционального состояния (по данным ODI) и качества жизни (по данным SF-36), увеличение числа отличных и уменьшение числа удовлетворительных результатов (по шкале Macnab), а также меньшее число реопераций и повторных госпитализаций, и более высокая частота восстановления трудоспособности для IIб–III категорий труда по уровню энергозатрат. При этом, частота осложнений по классификации Dindo-Clavien и частота восстановления трудоспособности для I–IIа категорий труда по уровню энергозатрат были сопоставимы в обеих группах (p>0,05).

Общее количество послеоперационных осложнений было сопоставимым в обеих группах (p=0,28). В группе I верифицировано 77 случаев (24,1%): повреждение ТМО дурального мешка (n=9), повреждение спинномозгового корешка (n=8), инфекция области хирургического вмешательства (ИОХВ) (n=11), послеоперационная гематома (n=12), спондилодисцит (n=9), преходящее нарушение мочеиспускания (n=11), ошибка уровнем операции (n=8), венозные тромбоэмболические осложнения (ВТЭО) (n=9). В группе II выявлен 31 случай (19,2%): повреждение спинномозгового корешка (n=1), ИОХВ (n=3), послеоперационная гематома (n=5), послеоперационный парез кишечника (n=4), преходящее нарушение мочеиспускания (n=3), повреждение подвздошной вены (n=5), ВТЭО (n=4), ретроградная эякуляция (n=6). В группе МД отмечалась более высокая частота

Таблица 1
Общие сведения об анализируемых пациентах
Table 1
General information about the analyzed patients

Признаки		Группа I (n=320)	Группа II (n=161)	*p*
Возраст, годы, Me (Q_{25}; Q_{75})		36 (28; 41)	31 (26;42)	0,41
Пол	Мужчины, *n* (%)	227 (70,9)	109 (67,7)	0,53
	Женщины, *n* (%)	93 (29,1)	52 (32,3)	
Оценка по ASA, *n* (%)	I	125 (39,1)	58 (36)	0,39
	II	171 (53,4)	92 (57,2)	
	III	24 (7,5)	11 (6,8)	
Курение, *n, %*		85 (26,5)	35 (21,7)	0,29
Уровень операции	L4-L5, *n* (%)	127 (39,7)	68 (42,2)	0,66
	L5-S1, *n* (%)	193 (60,3)	93 (57,8)	
Клиническая компрессионная симптоматика	Изменения рефлексов нижних конечностей, n, %	179 (55,9)	78 (48,4)	0,14
	Чувствительные нарушения, n, %	201 (62,8)	94 (58,4)	0,40
	Двигательные расстройства, n, %	14 (4,4)	6 (3,7)	0,92
	Тазовые расстройства, n, %	3 (0,93)	1 (0,62)	0,86
Категории работ по уровню энергозатрат	Iа, *n* (%)	15 (4,7)	6 (3,7)	0,13
	Iб, *n* (%)	22 (6,9)	12 (7,4)	
	IIа, *n* (%)	96 (30)	57 (35,4)	
	IIб, *n* (%)	104 (32,5)	51 (31,7)	
	III, *n* (%)	83 (25,9)	35 (21,8)	
Катамнез наблюдения, мес, Me (Q_{25}; Q_{75})		98 (74;102)	97 (72;100)	0,68

Таблица 2
Отдаленные послеоперационные результаты у проанализированных пациентов
Table 2
Long-term postoperative outcomes in the analyzed patients

Критерии		Группа I (n=320)	Группа II (n=161)	*p*
Уровень боли по ВАШ, мм, Me (25; 75)	Поясничный отдел	35 (24; 49)	21 (10; 27)	0,03
	Нижние конечности	19 (10; 28)	5 (8; 12)	0,02
SF-36, баллы, Me (25; 75)	Физический компонент здоровья	37,11 (32,97; 42,62)	43,55 (39,13; 49,64)	0,04
	Психологический компонент здоровья	30,14 (26,93; 38,74)	41,37 (35,59; 45,96)	0,03
Индекс Освестри (ODI), %, Me (25; 75)		34 (18; 48)	22 (6; 32)	0,02
Удовлетворенность проведенной операцией по шкале Macnab, n, %	Отличный	58 (18,2)	59 (36,6)	0,03
	Хороший	89 (27,8)	39 (24,3)	
	Удовлетворительный	106 (33,1)	32 (19,9)	
	Неудовлетворительный	67 (20,9)	31 (19,2)	
Время возврата к труду после выписки, дни, Me (25; 75)	Ia, *n* (%)	42 (35; 56)	39 (34; 54)	0,61
	Iб, *n* (%)	43 (37; 57)	41 (36; 55)	0,58
	IIa, *n* (%)	56 (45; 68)	52 (43; 66)	0,27
	IIб, *n* (%)	55 (47; 69)	53 (44; 66)	0,35
	III, *n* (%)	73 (63; 92)	70 (60; 91)	0,72
Частота возвращения к прежней работе	Ia, *n* (%)	15 (100)	6 (100)	1,0
	Iб, *n* (%)	19 (90,1)	10 (90,9)	0,96
	IIa, *n* (%)	89 (89,9)	51 (87,9)	0,70
	IIб, *n* (%)	72 (69,2)	45 (90)	0,01
	III, *n* (%)	52 (62,6)	33 (91,7)	0,001
Осложнения по классификации Clavien-Dindo	Незначительные осложнения (Grade I, II, IIIA), *n* (%)	64 (20)	26 (16,1)	0,19
	Серьезные осложнения (Grade IIIB, IV и V), *n* (%)	13 (4,1)	5 (3,1)	0,77
Среднее число повторных госпитализаций в год, *n* (%)		3 (2;4)	1 (1;2)	0,01
Реоперации, *n* (%)		18 (5,62)	2 (1,24)	0,04

повторных оперативных вмешательств в период наблюдения по сравнению с группой ТА (p=0,04). В группе I верифицировано 18 случаев (5,62%): дегенеративное заболевание смежного сегмента (n=1), рецидив грыжи диска (n=11), стеноз позвоночного канала (n=2), сегментарная нестабильность (n=1), выраженный фасет-синдром (n=3). В группе II выявлено 2 случая (1,24%): дегенеративное заболевание смежного сегмента (n=1), проседание имплантата, нестабильность (n=1).

В отдаленном периоде гетеротопическая оссификация (ГО) по классификации McAfee была обнаружена в 67/161 (41,6%) оперированных сегментах, включая 36/67 (53,7%) сегментов с I степенью, 25/67 сегментов (37,4%) со II степенью и 6/67 (8,9%) сегментов с III степенью. ГО протекала бессимптомно и не потребовала дополнительного хирургического лечения.

Пациенты с грыжами МПД, которые имели неудовлетворительный клинический исход в отдаленном послеоперационном периоде составили 20,9% (67/320) в группе I и 19,3% (31/161) в группе II (табл. 3).

При использовании одномерного логистического регрессионного анализа выявлены факторы, ассоциированные с риском формирования неудовлетворенного клинического исхода.

Для пациентов группы I предикторами служили: ИМТ 30–35 кг/м², IIб-III категория работ по уровню энергозатрат, снижение высоты оперированного уровня до 50% от вышележащего, дегенерация диска II степени и более по классификации Fujiwara A., дегенерация МПД III степени и более по классификации Pfirrmann C., величина ИКД оперированного МПД < 1370 мм²/с, и уход с прежней трудовой деятельности. В группе II предикторами являлись: возраст старше 40 лет, ИМТ > 35 кг/м², курение, миграция

Таблица 3

Факторы риска неудовлетворительного клинического исхода у проанализированных пациентов

Table 3

Risk factors for unsatisfactory clinical outcomes in the analyzed patients

Факторы	Группа I (n=320)		Группа II (n=161)	
	Неудовлетворительный клинический исход (n=67)	Удовлетворительный клинический исход (n=253)	Неудовлетворительный клинический исход (n=31)	Удовлетворительный клинический исход (n=130)
	ОШ (95% ДИ)	χ2	ОШ (95% ДИ)	χ2
Возраст старше 40 лет	4,3 (3,1–7,4)	41,2	1,8 (1,2–2,4)	23,5*
Индекс массы тела 30–35 кг/м^2	3,8 (2,4–5,5)	24,4*	2,8 (0,2–3,5)	52,4
Индекс массы тела более 35 кг/м^2	10,2 (2,0–22,4)	19,6*	6,7 (3,1–9,3)	14,8*
Курение	1,9 (0,1–2,3)	4,2	1,5 (1,2–2,2)	31,5*
Категория работ по уровню энергозатрат IIб-III	1,6 (1,2–2,9)	32,5*	3,4 (0,9–4,7)	35,3
Снижение высоты оперированного уровня до 50% от вышележащего	2,0 (1,6–2,6)	23,8*	1,7 (0,1–2,8)	15,5
Снижение высоты оперированного уровня более 50% от вышележащего	15 (1,8–24,9)	11,1*	3,3 (1,4–7,6)	9,4*
Дегенерация ДС по Fujiwara A. I ст.	0,8 (0,4–-1,8)	4,4	0,9 (0,4–1,9)	2,1
Дегенерация ДС по Fujiwara A. II ст.	5,1 (3,4–8,7)	16,3*	2,6 (0,4–3,9)	12,8
Дегенерация ДС по Fujiwara A. > II ст.	8,2 (4,1–10,1)	8,4*	5,8 (4,7–9,3)	10,5*
Дегенерация МПД по Pfirrmann C. I–II	2,8 (0,4–4,2)	11,8	4,3 (0,2–6,7)	9,8
Дегенерация МПД по Pfirrmann C. III	2,3 (1,2–4,6)	13,7*	2,5 (0,3–4,8)	6,6
Дегенерация МПД по Pfirrmann C. > III	2,6 (1,3–3,7)	13,9*	4,5 (1,1–7,9)	12,8*
Миграция грыжи МПД	3,1 (0,3–4,6)	8,7	3,4 (2,2–4,6)	68,4*
Наличие задних остеофитов	1,5 (0,3–1,98)	4,8	4,7 (2,1–8,8)	56,3*
Величина угла ДС более 60 °	3,8 (0,6–5,7)	8,1	5,3 (2,9–7,4)	17,2*
Наличие изменений Modic I-II	2,9 (0,7–9,4)	11,2	5,4 (2,1–11,6)	13,3*
ИКД МПД до операции < 1370 мм^2/с	4,2 (1,9–9,5)	7,8*	7,5 (0,6–14,8)	9,7
ИКД МПД до операции < 1200 мм^2/с	11,1 (2,5–28,4)	16,7*	11,0 (4,7–25,6)	13,4*
Возврат к прежней трудовой деятельности	2,5 (1,3–3,9)	22,3*	1,6 (1,1–3,2)	23,7*

Прим.: ОШ – отношение шансов; 95% ДИ – 95%-й доверительный интервал; * $p < 0,05$; ДС – дугоотростчатый сустав; МПД – межпозвонковый диск; ИКД – измеряемый коэффициент диффузии

Note: ОШ, odds ratio; 95% ДИ, 95% confidence interval; * $p < 0,05$; ДС, facet joint; МПД, intervertebral disc; ИКД, apparent diffusion coefficient

грыжи диска, дегенерация диска более II степени по классификации A. Fujiwara, дегенерация МПД более III степени по классификации C. Pfirrmann, наличие задних остеофитов, фасеточный угол более 60 °, наличие изменений костного мозга и концевых пластинок оперированного сегмента по Modic I–II типа до операции, величина ИКД оперированного МПД < 1200 мм^2/с, и невозможность сохранения дооперационной трудоспособности.

Обсуждение результатов

Частые интенсивные нагрузки у работников железнодорожного транспорта способствуют формированию и ускорению дегенеративных процессов в поясничных сегментах [3, 4]. Это приводит к развитию симптомных грыж поясничных МПД, значимо ограничивающих трудоспособность и функциональную активность [5, 8]. Поддержание работоспособности после оперативного вмешательства является основной причиной предотвращения развития психологических, социальных и финансовых последствий для пациентов [9].

МД является эффективным малотравматичным способом лечения грыж МПД, при этом существует высокий риск её рецидива с повторной компрессией невральных структур при ограниченной дискэктомии

или коллабирования межтелового пространства с фораминальным стенозированием при значительном удалении дискового материала [10, 11].

ТА имитирует естественную биомеханику, сохраняя физиологический объём движений, в связи с чем становится одной из популярных методик хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничных сегментов [12]. При данном виде вмешательства восстанавливается только повреждение самого МПД и не изменяется анатомия заднего опорного комплекса [13]. Таким образом, использование искусственных протезов дисков возможно сравнивать с технологией МД на этой биомеханической основе. Несмотря на различные показания к МД и ТА, мы унифицировали критерии включения в исследование для формирования максимально гомогенной и сопоставимой когорты пациентов. Это позволило определить инструментальные критерии для оптимального выбора хирургической методики, исходя из дооперационного клинико-морфологического субстрата. В данной популяции проанализированы факторы риска неудовлетворительного клинического исхода и повторных операций после МД и ТА. Ранее сообщалось, что после МД к таким факторам могут относиться: большой размер межтелового промежутка, значительное заполнение позвоночного канала грыжей МПД, выраженные дегенеративные изменения ДС [14], а также мужской пол, сахарный диабет, курение, значительная дегенерация МПД, парамедианная и фораминальная локализации грыжи [15]. Факторами риска неблагоприятного исхода ТА считаются: пожилой возраст, интенсивная боль в нижних конечностях, низкий функциональный статус (по ODI), женский пол, тяжелый физический труд [16] и осложнения, связанные с нарушением функции имплантата [17].

В целом, выявленная нами частота неудовлетворительного клинического исхода соответствует опубликованным клиническим сериям [14–17]. При этом верифицированный в исследовании неблагоприятный результат не всегда был связан с развитием послеоперационного осложнения, особенно требующим ревизионного вмешательства, и подтверждался исключительно при клиническом обследовании. В связи с этим необходимы проспективные исследования с предоперационной коррекцией выявленных факторов риска для оптимизации отдаленных результатов с увеличением доли хороших и отличных исходов.

Насколько нам известно, это первое исследование, оценивающее отдаленные клинические результаты, восстановление трудоспособности и факторы риска неудовлетворительного исхода после МД и ТА при одноуровневой грыже поясничного МПД у работников железнодорожного транспорта. Несмотря на то что установка протеза поясничного диска не является стандартом лечения, наши данные свидетельствуют о том, что более широкое хирургическое вмешательство может быть оправдано улучшением клинических результатов, более быстрым возвращением к работе и снижением частоты повторных операций по сравнению с МД при условии тщательного отбора пациентов [2].

В то же время необходимо помнить, что поясничная ТА является более инвазивной операцией по сравнению с МД. Для получения хорошего результата врач-хирург должен быть обучен этому хирургическому вмешательству: доступ, работа с крупными сосудами и брюшиной, рассечение задней продольной связки, контролируемая дистракция дискового пространства, размер, угол и центрирование протеза, послеоперационное ушивание раны и т. д. Подобные навыки могут быть недоступны или сложны в освоении для спинальных врачей-хирургов, не специализирующихся на ТА. В связи с этим, при недостаточном опыте и квалификации специалиста, осложнения после ТА могут представлять большую опасность и быть более серьезными по сравнению с МД [18].

Проведенное исследование впервые определило факторы, ассоциированные с риском формирования неблагоприятного отдаленного исхода при лечении грыж поясничных МПД методиками МД и ТА у работников железнодорожного транспорта, которые ранее не были изучены в данной когорте: возраст пациента, ИМТ, факт курения, категория работ по уровню энергозатрат, высота диска оперированного уровня, степень Prirrmann C., миграция грыжи диска, наличие задних остеофитов, величина угла ДС, наличие изменений костного мозга и концевых пластинок оперированного сегмента по Modic на МРТ, величина ИКД оперированного МПД, невозможность сохранить дооперационную трудоспособность. Использование этих прогностических переменных в рамках определения хирургической стратегии целесообразно на этапе предоперационного планирования хирургического вмешательства для повышения его результативности и сокращения развития осложнений при лечении работников системы ОАО «РЖД».

Ограничения исследования

Ограничениями исследования являются: 1) ретроспективный одноцентровой дизайн исследования; 2) отсутствие клинических результатов в раннем послеоперационном периоде; 3) изучение только односегментарных симптоматических дегенеративных заболеваний поясничного отдела нижне-поясничной локализации со строгими критериями включения; 4) наличие возможной систематической ошибки в результатах оценки исследования вследствие использования известных технических отличий между МД и ТА; 5) отсутствие проведения многомерного

логистического регрессионного анализа; 6) отсутствие анализа неудовлетворительного клинического исхода с психосоматическим статусом, сопутствующей патологией и длительностью заболевания.

Выводы

Для оптимизации отдаленных результатов МД и ТА у пациентов с симптомной одноуровневой грыжей МПД (L4-L5 или L5-S1) и компрессионными неврологическими проявлениями (тип «компрессия спинно-мозгового корешка» по van Rijn и тип «экструзия диска» по Combined Task Force), не поддающейся консервативному лечению в течение 6–8 недель (включая случаи секвестрации), на дооперационном этапе необходимо учитывать следующие факторы риска: индекс массы тела, возраст, высота диска оперируемого сегмента, степень дегенерации ДС, курение, наличие миграции дискового материала и задних остеофитов, угол ДС, наличие изменений костного мозга и концевых пластинок по Modic на МРТ, а также ИКД оперируемого МПД.

Помимо антропометрических данных и морфологических характеристик оперируемого сегмента у работников системы ОАО «РЖД», на отдаленный клинический исход значительное влияние оказывает дооперационная характеристика условий труда и степень возврата к прежней трудовой деятельности в отдаленном послеоперационном периоде.

Тотальная артропластика целесообразна при наличии следующих благоприятных прогностических факторов: возраст до 40 лет, ИМТ до 35 кг/м², снижение высоты диска до 50% от вышележащего, дегенерация ДС II степени по Fijiwara A., дегенерация МПД III степени по Pfirrmann C., ИКД более 1200 мм²/с, фасеточный угол до 60 °, отсутствие миграции грыжи, отсутствие изменений Modic I–II и задних остеофитов на оперируемом уровне. МД может быть рассмотрена при: сохранной высоте диска, ИМТ до 30 кг/м², дегенерации ДС I степени по Fijiwara A., дегенерации МПД I–II степени по Pfirrmann C., ИКД более 1370 мм²/с и категории работ I–IIa по уровню энергозатрат.

Внедрение предложенной хирургической стратегии, основанной на предоперационной коррекции выявленных факторов риска, потенциально приведет к снижению частоты неудовлетворительных клинических результатов, увеличению процента возврата к трудовой деятельности и сокращению финансовых затрат ведомства.

Вклад авторов

Разработка концепции и дизайна исследования: В.А. Бывальцев
Проведение исследования: В.А. Бывальцев, А.А. Калинин, Ю.Я. Пестряков
Сбор, анализ и интерпретация данных: А.А. Калинин, Ю.Я. Пестряков
Подготовка и редактирование текста: В.А. Бывальцев, А.А. Калинин
Проведение статистического анализа: А.А. Калинин, Ю.Я. Пестряков
Утверждение готовой версии: В.А. Бывальцев

Author contributions:

Concept and design: Byvaltsev, Kalinin
Investigation: Byvaltsev, Kalinin, Pestryakov
Acquisition, analysis, or interpretation of data: Kalinin, Pestryakov
Manuscript drafting and revising: Byvaltsev, Kalinin
Statistical analysis: Kalinin, Pestryakov
Final approval of the version to be published: Byvaltsev

Литература/References

1. Латынин Е.О., Сачкова О.С., Гречушникова Д.В., Пименова Ю.В. Социально-экономическая эффективность медико-профилактических мероприятий, направленных на повышение безопасности движения на железнодорожном транспорте в оценке профессиональных рисков у работников локомотивных бригад ОАО «РЖД». *Проблемы безопасности российского общества*: 2023;3(43):42-51.

Latynin EO, Sachkova OS, Grechushnikova DV, Pimenova YuV. Socio-economic efficiency of medical and preventive measures aimed at improving traffic safety in railway transport in the assessment occupational risks for employees of locomotive crews of JSC 'Russian Railways'. *Problemy bezopasnosti rossijskogo obshchestva:* 2023;3(43):42-51. (In Russ)

2. Byvaltsev VA, Kalinin AA, Pestryakov YY, et al. Prospective Randomized Comparison of Minimally Invasive Tlif versus Open Tlif: Clinical Effectiveness and Restoration of Working Capacity in Railway Workers. *Global Spine J.* 2025;15(3):1508-1516. PMID: 38525927. PMCID: PMC11571977. https://doi.org/10.1177/21925682241242039

3. Самарская Н.А. Исследование особенностей условий труда работников на железнодорожном транспорте. *Охрана и экономика труда*: 2018;3(32):48-57.

Samarskaya NA. Investigation of peculiarities of workers conditions of work on railway transport. *Ohrana i ekonomika truda:* 2018;3(32):48-57. (In Russ).

4. Остапчук В.Н. Стратегические приоритеты и риски развития кадрового потенциала железнодорожной отрасли России. *История и перспективы развития транспорта на севере России:* 2022;1:117-119.

Ostapchuk VN. Strategic priorities and risks of developing the personnel potential of the Russian railway industry. *Istoriya i perspektivy razvitiya transporta na severe Rossii:* 2022;1:117-119. (In Russ.)

5. Belykh E, Giers MB, Preul MC, Theodore N, Byvaltsev V. Prospective Comparison of Microsurgical, Tubular-Based Endoscopic, and Endoscopically Assisted Diskectomies: Clinical Effectiveness and Complications in Railway Workers. *World Neurosurg.* 2016;90:273-280. PMID: 26898494. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.02.047

6. Li Y, Fredrickson V, Resnick DK. How should we grade lumbar disc herniation and nerve root compression? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(6):1896-1902. PMID: 24825130. PMCID: PMC4418997. https://doi.org/10.1007/s11999-014-3674-y

7. Camino Willhuber G, Elizondo C, Slullitel P. Analysis of Postoperative Complications in Spinal Surgery, Hospital Length of Stay, and Unplanned Readmission: Application of Dindo-Clavien Classification to Spine Surgery. *Global Spine J.* 2019;9(3):279-286. PMID: 31192095. PMCID: PMC6542169. https://doi.org/10.1177/2192568218792053

8. Бывальцев В.А., Сороковиков В.А, Егоров А.В., и тд. Сравнительный анализ эффективности эндоскопической микрохирургической и эндоскопически ассистированной дискэктомий в лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков. *Журнал вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2010;(4):20-26. PMID: 21374932.

Byvaltsev VA, Sorokovikov VA, Egorov AV, et al. Comparative analysis of effectiveness of endoscopic, microsurgical and endoscopic-assisted diskectomy in treatment of patients with lumbar intervertebral disk herniations. *Zh Vopr Neirokhir Im NN Burdenko*. 2010;(4):20-26. PMID: 21374932. (In Russ.)

9. Ji FL, Liu ZM, Liu ZS, et al. Mental health status in railway female workers and its occupational influencing factors. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2018;36(2):102-105. PMID: 29699007. https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.02.006

10. Bombieri FF, Shafafy R, Elsayed S. Complications associated with lumbar discectomy surgical techniques: a systematic review. *J Spine Surg.* 2022;8(3):377-389. PMID: 36285095. PMCID: PMC9547702. https://doi.org/10.21037/jss-21-59

11. Costa F, Oertel J, Zileli M, Restelli F, Zygourakis CC, Sharif S. Role of surgery in primary lumbar disk herniation: WFNS spine committee recommendations. *World Neurosurg X.* 2024;22:100276. PMID: 38496347. PMCID: PMC10943953. https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2024.100276

12. Mills ES, Shelby T, Bouz GJ, Hah RJ, Wang JC, Alluri RK. A Decreasing National Trend in Lumbar Disc Arthroplasty. *Global Spine J.* 2023;13(8):2271-2277. PMID: 35180023. PMCID: PMC10538335. https://doi.org/10.1177/21925682221079571

13. Foreman M, Patel A, Nguyen A, Foster D, Orriols A, Lucke-Wold B. Management Considerations for Total Intervertebral Disc Replacement. *World Neurosurg.* 2024;181:125-136. PMID: 37777178. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.09.100

14. Camino Willhuber G, Kido G, Mereles M, et al. Factors associated with lumbar disc hernia recurrence after microdiscectomy. Factores asociados a recidiva de hernia de disco lumbar luego de una microdiscectomía. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2017;61(6):397-403. PMID: 28899699. https://doi.org/10.1016/j.recot.2017.07.002

15. Gülensoy B, Güzel E, Kuzu Kumcu M, Karasu H, Şimşek S, Güzel A. Recurrence of lumbar disk herniation after microdiscectomy: a two-center retrospective analysis of 1214 cases and identification of risk factors. *Turk J Med Sci.* 2023;53(5):1254-1261. PMID: 38813020. PMCID: PMC10763813. https://doi.org/10.55730/1300-0144.5691

16. Coric D, Zigler J, Derman P, Braxton E, Situ A, Patel L. Predictors of long-term clinical outcomes in adult patients after lumbar total disc replacement: development and validation of a prediction model. *J Neurosurg Spine.* 2021;36(3):399-407. PMID: 34624839. https://doi.org/10.3171/2021.5.spine21192

17. Perfetti DC, Galina JM, Derman PB, Guyer RD, Ohnmeiss DD, Satin AM. Risk factors for reoperation after lumbar total disc replacement at short-, mid-, and long-term follow-up. *Spine J.* 2021;21(7):1110-1117. PMID: 33640583. https://doi.org/10.1016/j.spinee.2021.02.020

18. Byvaltsev VA, Kalinin AA, Pestryakov YY, Yuldashev RM, Aliyev MA. Lumbar total disk replacement versus microsurgical lumbar discectomy in treatment of radicular and back pain in railway workers: a prospective randomized controlled trial. *J Spine Surg.* 2024;10(4):642-652. PMID: 39816781. PMCID: PMC11732328. https://doi.org/10.21037/jss-24-63

Сведения об авторах

Калинин Андрей Андреевич, к. м. н., доцент, докторант кафедры нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет; врач-нейрохирург центра нейрохирургии, Клиническая больница «РЖД-Медицина» (Иркутск, Россия). https://orcid.org/0000-0002-6059-4344

Пестряков Юрий Яковлевич, к. м. н., докторант кафедры нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет (Иркутск, Россия). https://orcid.org/0000-0001-7076-571X

Бывальцев Вадим Анатольевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет; руководитель центра нейрохирургии, Клиническая больница «РЖД-Медицина»; профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования (Иркутск, Россия). https://orcid.org/0000-0003-4349-7101

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author Credentials

Andrey A. Kalinin, Cand. Sci. (Med), Associate Professor, PhD Candidate, Department of Neurosurgery, Irkutsk State Medical University; Neurosurgeon of Neurosurgery Center, Clinical Hospital “Russian Railways-Medicine” (Irkutsk, Russian Federation). https://orcid.org/0000-0002-6059-4344

Yuri Ya. Pestryakov, Cand. Sci. (Med.), PhD Candidate, Department of Neurosurgery, Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russian Federation). https://orcid.org/0000-0001-7076-571X

Vadim A. Byvaltsev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Neurosurgery, Irkutsk State Medical University; Head of Neurosurgery Center, Clinical Hospital “Russian Railways-Medicine”; Professor, Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education (Irkutsk, Russian Federation). https://orcid.org/0000-0003-4349-7101

Conflict of interest: *none declared.*