



# ВЗАИМОСВЯЗЬ СПОНДИЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ С ИСХОДОМ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ПЕРЕХОДА

**В.А. Бывальцев<sup>1–4</sup>, Ю.Я. Пестряков<sup>1</sup>, А.А. Калинин<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский, Иркутск, Россия

<sup>3</sup>Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия

<sup>4</sup>Иркутская государственная академия последипломного образования, Иркутск, Россия

**Цель исследования.** Оценка взаимосвязи рентгенологических и нейровизуализационных параметров позвоночно-двигательного сегмента с клиническим исходом хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода позвоночника для уточнения показаний к динамической и ригидной стабилизации.

**Материал и методы.** В исследование включены 267 пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода позвоночника. В зависимости от способа стабилизации выделено две группы: в I (n = 83) использовали динамический протез межпозвонкового диска (МПД), во II (n = 184) — межтеловой спондилодез и транспедикулярную фиксацию. Анализировали отдаленные клинические параметры и биомеханические характеристики до и после операции.

**Результаты.** Выявлена значимая непараметрическая корреляция значения отдаленного результата оперативного лечения по ВАШ и Освестри с рентгенологическими параметрами и результатами нейровизуализации. Установлено, что искусственный МПД позволяет достичь минимального уровня болевого синдрома и хорошего функционального восстановления с эффективным сохранением объема физиологических движений в оперированном сегменте и восстановлением общего угла поясничного лордоза.

**Заключение.** При II–IV ст. дегенерации по измеряемому коэффициенту диффузии и линейном смещении позвонков не более 4 мм, сагиттальном объеме движений в позвоночно-двигательном сегменте менее 6°, снижении высоты межтелового промежутка не более 2/3 от вышележащего возможно применение тотальной артропластики. При IV–V ст. дегенерации и линейном смещении позвонков более 4 мм, сагиттальном объеме движений не менее 6°, снижении высоты межтелового промежутка более 2/3 от вышележащего целесообразно выполнять межтеловой спондилодез и ригидную стабилизацию.

**Ключевые слова:** межпозвонковый диск, дугоотростчатый сустав, дегенерация, микродискэктомия, спондилодез.

**Для цитирования:** Бывальцев В.А., Пестряков Ю.Я., Калинин А.А. Взаимосвязь спондилометрических параметров с исходом хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 3. С. 62–73.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.3.62-73>.

## INTERRELATION OF SPONDYLOMETRIC PARAMETERS WITH THE OUTCOME OF SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH DEGENERATIVE DISEASES OF THE LUMBOSACRAL SPINE

V.A. Byvaltsev<sup>1–4</sup>, Yu.Ya. Pestryakov<sup>1</sup>, A.A. Kalinin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia; <sup>2</sup>Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» station, Irkutsk, Russia; <sup>3</sup>Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia; <sup>4</sup>Irkutsk State Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia

**Objective.** To evaluate the relationship between the radiological and neuroimaging parameters of the spinal motion segment and the clinical outcome of surgical treatment of patients with degenerative diseases of the lumbosacral junction to clarify the indications for dynamic and rigid stabilization.

**Material and Methods.** The study included 267 patients with degenerative diseases of the lumbosacral spine. Depending on the stabilization method, patients were divided into two groups: Group I (n = 83) with dynamic intervertebral disc (IVD) prosthesis; and Group II (n = 184) with interbody fusion and transpedicular fixation. Long-term clinical parameters and biomechanical characteristics before and after surgery were analyzed.

**Results.** A significant nonparametric correlation of the long-term result of surgical treatment assessed by VAS and Oswestry Disability Index with radiological parameters and results of neuroimaging was revealed. It was determined that the use of artificial IVD allows achieving a minimum level of pain syndrome and good functional recovery with effective preservation of the volume of physiological movements in the operated segment and restoration of the total angle of lumbar lordosis.

**Conclusion.** Objective neuroimaging data (grade II–IV of degeneration according to the measured diffusion coefficient) and radiological parameters (linear displacement of vertebrae not more than 4 mm, sagittal volume of movements in the spinal motion segment less than 6°, decrease in the height of intervertebral disc space no more than 2/3 of the superjacent one) make possible using total arthroplasty. It is advisable to perform interbody fusion and rigid stabilization in grade IV–V of degeneration, linear displacement of vertebrae more than 4 mm, sagittal volume of movements of at least 6°, and decrease in the interbody space height over 2/3 of the superjacent one.

**Key Words:** intervertebral disc, facet joint, degeneration, microdiscectomy, spinal fusion.

Please cite this paper as: *Byvaltsev VA, Pestryakov Yu.Ya., Kalinin AA. Interrelation of spondylometric parameters with the outcome of surgical treatment of patients with degenerative diseases of the lumbosacral spine. Hir. Pozvonoc. 2018; 15(3):62–73. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.3.62-73>.*

На сегодняшний день вертеброгенный болевой синдром является актуальной проблемой медицины, поражает трудоспособную категорию людей и сопровождается высокими рисками первичной инвалидизации [2, 5]. Основные причины развития болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника связаны с дегенерацией межпозвонковых дисков (МПД), дугоотростчатых суставов или их сочетанием [3, 6].

Наиболее сложными в спинальной хирургии считаются вмешательства на переходных зонах позвоночника, в частности пояснично-крестцовом переходе [4]. В связи с биомеханическими и анатомо-физиологическими особенностями данный сегмент получает наибольшую осевую нагрузку и в подавляющем большинстве случаев подвержен дегенерации [10, 21]. При этом осложнения хирургических вмешательств у пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода верифицируют в 57 % случаев [1, 16].

Патогенетически дегенеративный каскад включает в себя первичную дегидратацию МПД с уменьшением его высоты и развитием сегментарной нестабильности, с последующей гипертрофией дугоотростчатого сустава и связочного аппарата, с рестабиллизацией и стенозированием позвоночного канала [19]. На разных этапах формирования дегенеративного заболевания позвоночного сегмента применяют различные пункционные [15, 24], декомпрессивные [14, 25] и декомпрессивно-стабилизирующие [2, 18] методики оперативных вмешательств.

В последние десятилетия накоплен значительный опыт декомпрессивных и декомпрессивно-стабилизирующих

хирургических вмешательств на поясничном отделе позвоночника. Результаты хирургических вмешательств существенно отличаются друг от друга, что, с одной стороны, связано с отсутствием объективных критериев к их использованию, с другой – с большим количеством конструктивно различающихся имплантатов [3, 19, 23]. Данное обстоятельство стимулирует к разработке подходов к прогнозированию дегенеративного процесса и определению объективных клинических и морфоструктурных параметров для выполнения персонализированных хирургических подходов [3, 5, 8].

Поиск новых тактико-хирургических подходов для оптимизации результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода позвоночника на основе анализа клинично-инструментальных параметров позвоночно-двигательных сегментов явился побудительным моментом для выполнения данного исследования.

Цель исследования – оценка взаимосвязи рентгенологических и нейровизуализационных параметров позвоночно-двигательного сегмента с клиническим исходом хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода позвоночника для уточнения показаний к динамической и ригидной стабилизации.

### Материал и методы

С января 2009 по декабрь 2013 г. в центре нейрохирургии Дорожной клинической больницы на ст. «Иркутск-Пасажирский» ОАО «РЖД» выполнено 1342 операции при дегенеративных

заболеваниях поясничного отдела позвоночника. Исследование одобрено этическим комитетом Иркутского государственного медицинского университета. В исследование включены 267 пациентов, которым после комплексного клинично-инструментального исследования проведены декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства на пояснично-крестцовом переходе позвоночника. Во всех случаях перечень диагностических мероприятий включал изучение неврологического и ортопедического статусов, спондилографию, МРТ и МСКТ, электронейромиографию (ЭНМГ) нижних конечностей.

В качестве критериев включения в исследование и исключения из него использованы показания и противопоказания к осуществлению стабилизации оперированного позвоночно-двигательного сегмента.

Критерии включения:

- неэффективная консервативная терапия, длительный или рецидивирующий болевой синдром, стойкий неврологический дефицит от явлений радикулоневралгии до радикулопатии с периферическими парезами;
- сочетание радикулярной и псевдордикулярной клинической симптоматики;
- снижение высоты межтелового промежутка не более 1/3 от высоты вышележащего;
- количественная оценка степени дегенерации пояснично-крестцового сегмента по измеряемому коэффициенту диффузии (ИКД) II ст. и более;
- одноуровневое симптоматичное дегенеративное заболевание пояснично-крестцового перехода позвоночника по данным нейровизуализации.

Противопоказания:

Таблица 1

Распределение пациентов по полу, возрасту и конституциональным особенностям

Критерии	Группа I (n = 83)	Группа II (n = 184)
Возраст, лет	29 (26; 44)	32 (29; 49)
Мужской пол, n, (%)	52 (63)	119 (65)
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	23,8 (22,1; 26,2)	24,9 (23,3; 25,8)

Таблица 2

Распределение пациентов по наличию аномалий люмбосакрального перехода, n (%)

Признак	Группа I (n = 83)	Группа II (n = 184)
Без патологии (истинный L <sub>5</sub> –S <sub>1</sub> переход)	79 (95,0)	128 (70,0)
Полная люмбализация (L <sub>6</sub> –S <sub>1</sub> переход)	2 (2,0)	16 (9,0)
Неполная люмбализация (L <sub>6</sub> –S <sub>1</sub> переход)	1 (1,5)	21 (11,0)
Полная сакрализация (L <sub>4</sub> –S <sub>1</sub> переход)	1 (1,5)	11 (6,0)
Неполная сакрализация (L <sub>4</sub> –S <sub>1</sub> переход)	–	8 (4,0)

- центральный стеноз позвоночного канала;
- спондилолистез со спондилолизом или без него;
- тяжелая сопутствующая патология;
- клиническая симптоматика превалирования болевого синдрома в нижних конечностях по сравнению с поясничным отделом;
- значимый остеопороз (снижение минеральной плотности костной ткани на 2,8 или более по T-критерию ВОЗ 1995 г.);
- необходимость в значимой коррекции сагиттального баланса;
- необходимость в хирургической коррекции двух и более сегментов пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Пациенты разделены на две группы: в 83 (I группа) случаях проводили дискэктомию из внебрюшинного параректального доступа с имплантацией протеза диска «M-6» (Spinal Kinetics, USA), в 184 (II группа) – унilaterальную фасетэктомию с контрлатеральной фораминотомией или без нее, трансфораминальный спондилодез кейджем «Capstone» (Medtronic, USA) или «Pezo-T» (Ulrich Medical GmbH, Germany) и открытую транспедикулярную стабилизацию системой «Конмет» (Россия) из срединного

доступа. Всех пациентов оперировала с помощью оригинального инструментария одна хирургическая бригада.

После операции катамнез наблюдения составил минимум 24 и максимум 48 мес., медиана – 36 мес. Изучали антропометрические данные (пол, возраст, индекс массы тела), клинические параметры (уровень болевого синдрома по ВАШ, качество жизни по ODI, степень удовлетворенности пациента проведенной операцией по шкале MacNab), инструментальные параметры (по поясничной спондилографии высоту межтелового промежутка, амплитуду сегментарного угла, угол поясничного лордоза и степень линейного смещения позвонков, по данным МРТ выраженность дегенеративных изменений МПД по Pfirrmann и дугоотростчатых суставов по Fujiwara), количественную характеристику степени дегенерации по ИКД, наличие осложнений.

Данные для ИКД получали с помощью аппарата МРТ «Siemens Magnetom Essenza 1,5 T». Использовали следующий набор параметров: диффузно-взвешенное изображение (ДВИ) МРТ с SE-эхо-планарным изображением (EPI), матрица 160 × 128, TR – 7500, TE – 83, NEX – 6, толщина среза – 4 мм, FOV – 30 × 30. При-

меняли следующие значения b: 400 и 800 с/мм<sup>2</sup>, время сканирования 6 мин 30 с. Коэффициент диффузии вычисляли на T2-взвешенных изображениях с помощью программы «OsiriX Lite», полученные значения переносились на функциональные карты ДВИ.

Статистическую обработку результатов исследования проводили на персональном компьютере с использованием прикладных программ обработки данных баз «Microsoft Excel» и «Statistica-8». Для оценки значимости различий выборочных совокупностей использовали критерии непараметрической статистики, в качестве нижней границы достоверности принят уровень  $p < 0,05$ . Данные представлены медианой и интерквартильным размахом в виде Me (25; 75).

## Результаты

*Общие сведения о пациентах исследуемых групп.* Общая характеристика исследуемых групп по полу, возрасту и конституциональным особенностям представлена в табл. 1. При изучении данных установлено, что среди оперированных пациентов превалировали лица мужского пола молодой и средней возрастной группы (25–50 лет).

В исследуемых группах верифицировали корешковую симптоматику с различной степенью неврологического дефицита и некомпрессионные клинические проявления.

Наличие аномалий пояснично-крестцового перехода по инструментальным данным у пациентов исследуемых групп отражено в табл. 2. Выявлено отсутствие люмбосакральных стигм у большего числа респондентов обеих групп.

Вид ведущего патоморфологического субстрата по результатам нейровизуализации при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового перехода позвоночника представлен в табл. 3. При анализе выяснено, что у большинства оперированных пациентов (>50 %) имеется сочетанная патология МПД и дугоотростчатых суставов.

Произведен корреляционный анализ ИКД с исследуемыми инструментальными и морфологическими параметрами (табл. 4).

Таким образом, величина ИКД, определяемая методом неинвазивной МРТ-диффузии, позволила с достаточной уверенностью судить о степени дегенерации МПД и дугоотростчатых

суставов люмбосакрального перехода и определить возможную тактику хирургического лечения.

Для объективизации классификации степени дегенеративных изменений позвоночно-двигательного сустава на основе величины ИКД у пациентов с дегенеративным заболеванием пояснично-крестцового перехода позвоночника использовали дискриминантный анализ. Была построена статистическая матрица классификации, на основании которой получены выводы о достаточной эффективности линейной дискриминантной функции – выявлено высокое качество распознавания (90 % и более в каждой из групп), что подтверждает возможность реализации статистической модели по предложенной классификации.

На основании вышеперечисленных данных предложено выделение пяти степеней дегенерации МПД пояснично-крестцового перехода позвоночника на основании ИКД по данным МРТ-ДВИ (табл. 5).

*Анализ клинических исходов.* После операции отмечено существенное уменьшение интенсивности болевого синдрома, оценка которого по ВАШ позволила выявить положительную динамику в виде значимого снижения его выраженности после операции в поясничном отделе: в I группе с 76,0 (64; 82) до 10,5 (6; 14) мм;  $p = 0,004$ ; во II – с 75,0 (62; 82) до 22,0 (16; 30) мм;  $p = 0,001$  (рис. 1). При этом в I группе зарегистрирован статистически значимо меньший уровень болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника в отдаленном послеоперационном периоде по сравнению со II группой ( $p = 0,003$ ).

После операции отмечено значимое снижение уровня болевого синдрома в нижних конечностях у всех пациентов исследуемых групп соответственно: с 79,5 (66;87) до 8,0 (4; 12) мм;  $p = 0,007$  и с 84,0 (67; 89) до 18,0 (12; 25) мм;  $p = 0,004$  (рис. 2). При сравнительном анализе в среднем через 36 мес. верифицирована меньшая степень болевых ощущений в нижних конечностях в I группе исследования ( $p = 0,005$ ).

Таблица 3

Распределение пациентов по виду доминирующих дегенеративных морфоструктурных изменений по результатам МРТ, n (%)

Вид патологии	Морфологический признак	Группа I (n = 83)	Группа II (n = 184)
Дегенерация межпозвоночного диска	Протрузия	49 (59)	31 (17)
	Экструзия	25 (30)	74 (40)
	Секвестрация	9 (11)	7 (4)
	Ретролистез	17 (20)	11 (6)
Дегенерация дугоотростчатого сустава	Спондилоартроз без стеноза позвоночного канала	47 (57)	35 (19)
	Спондилоартроз со стенозом позвоночного канала	–	84 (45)
	Спондилолистез I ст.	1 (1)	29 (16)

Таблица 4

Корреляция показателя измеряемого коэффициента диффузии по диффузно-взвешенным изображениям с отдаленными клиническими параметрами по ВАШ и ODI, дегенеративных изменений межпозвоночного диска по Pfirrmann и степени дегенерации дугоотростчатых суставов по Fujiwara

Показатель	Группа I (n = 83)		Группа II (n = 184)	
	R	p	R	p
ВАШ: поясничный отдел через 36 мес.	-0,85	<0,05	-0,82	<0,05
ВАШ: нижние конечности через 36 мес.	-0,82	<0,05	-0,81	<0,05
ODI: через 36 мес.	-0,78	<0,05	-0,83	<0,05
Pfirrmann	-0,50	<0,05	-0,71	<0,05
Fujiwara	-0,59	<0,05	-0,69	<0,05
Vernon-Roberts	-0,88	<0,05	-0,84	<0,05

R – показатель корреляции; p – доверительная вероятность.

Таблица 5

Количественные характеристики степени дегенерации межпозвоночного диска люмбосакрального сегмента на основании измеряемого коэффициента диффузии (ИКД)

Степень дегенерации	Значение ИКД		
	минимальное	максимальное	среднее
I	1656	1850	1730,0
II	1442	1654	1523,5
III	1253	1420	1332,0
IV	1070	1205	1177,5
V	717	988	882,5

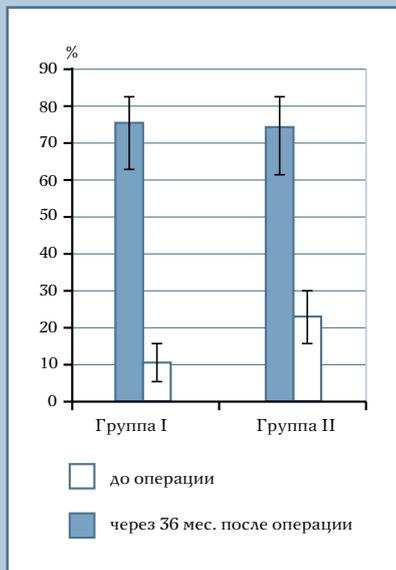


Рис. 1

Динамика уровня болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника у пациентов исследуемых групп

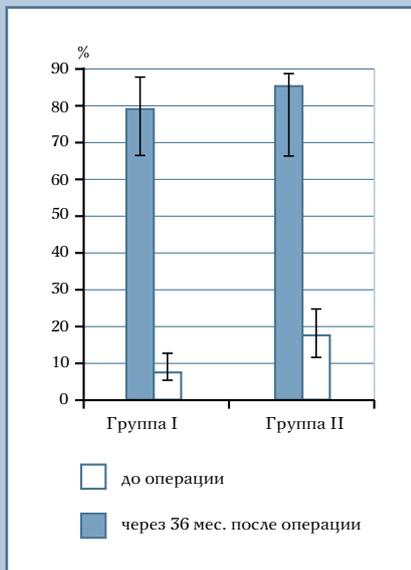


Рис. 2

Динамика уровня болевого синдрома по ВАШ в нижних конечностях у пациентов исследуемых групп

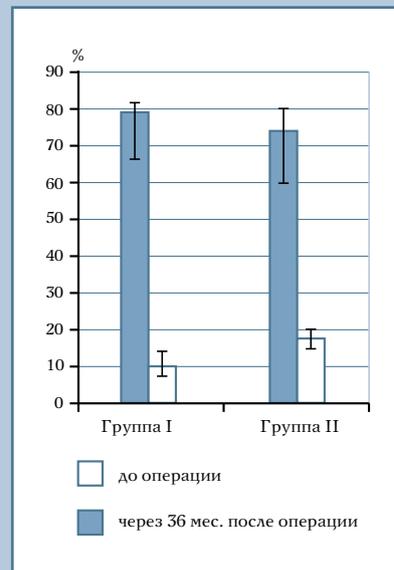


Рис. 3

Динамика функционального состояния по ODI у пациентов исследуемых групп

При анализе значений ODI установлена значимая положительная динамика функционального состояния после операции по сравнению с дооперационным значением: в I группе – с 78 (66; 82) до 10 (8; 14);  $p = 0,009$ ; во II – с 74 (60; 80) до 17 (14; 20);  $p = 0,001$  (рис. 3). В отдаленном послеоперационном периоде в I группе отмечен статистически значимо лучший функциональный исход по сравнению со II группой ( $p = 0,002$ ).

По шкале субъективной оценки удовлетворенности проведенной операцией MacNab в среднем через 36 мес. после операции доля хороших и отличных результатов составила в группе I – 93 % ( $n = 77$ ), в группе II – 63 % ( $n = 115$ );  $p = 0,003$  (рис. 4).

**Анализ послеоперационных осложнений.** Выявленные при ретроспективном анализе осложнения в зависимости от времени их верификации и вида хирургического вмешательства представлены в табл. 6.

Произвели детализацию осложнений в зависимости от выбора спосо-

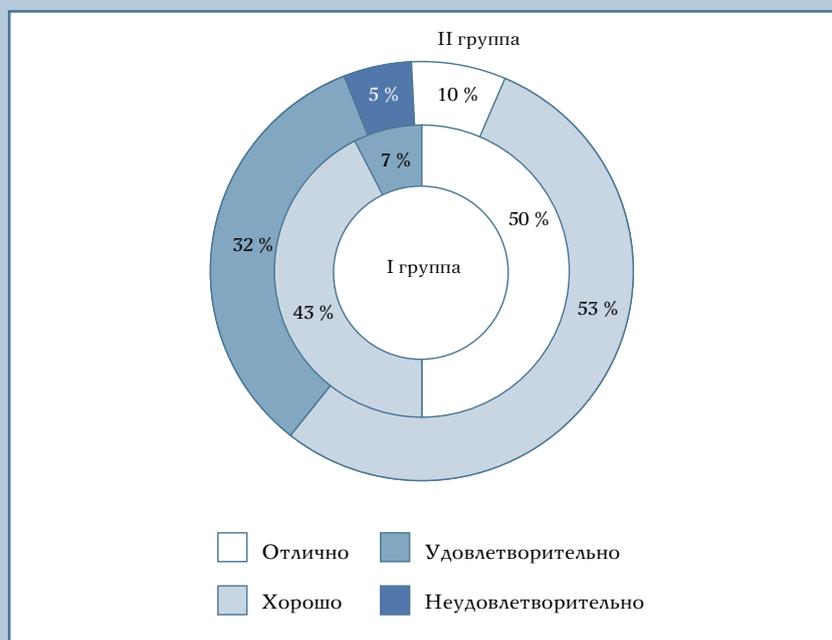


Рис. 4

Субъективная удовлетворенность проведенной операцией в отдаленном послеоперационном периоде по шкале MacNab у пациентов исследуемых групп

Таблица 6

Характеристика выявленных осложнений в группах исследования

Осложнения	Группа I (n = 83)	Группа II (n = 184)	p
<i>Интраоперационные, n (%)</i>	3 (3,60)	8 (4,30)	
Травма твердой мозговой оболочки	—	3 (1,63)	0,037
Повреждение корешка	—	3 (1,63)	
Поломка инструмента	—	2 (1,08)	
Ошибка уровнем	—	—	
Конверсия методики	—	—	
Повреждение магистральных сосудов	3 (3,60)	—	
<i>Общехирургические, n (%)</i>	4 (4,81)	9 (4,89)	
Формирование послеоперационной гематомы	1	5	0,024
Инфицирование послеоперационной раны	3	4	
Венозные тромбозы, ТЭЛА	—	—	
<i>Специфические, n (%)</i>	3 (3,60)	25 (13,60)	
Спондилит	—	—	0,004
Ухудшение неврологической симптоматики	1	8	
Формирование грыжи диска смежного с операцией уровня	—	9	
Псевдоартроз	—	7	
Нестабильность фиксирующей конструкции	—	1	
Гетеротопическая оссификация	2	—	

Таблица 7

Корреляция значений функционального состояния по ODI через 36 мес. после операции и исследуемых характеристик люмбосакрального сегмента

Показатель	Группа I (n = 83)		Группа II (n = 184)	
	R	p	R	p
Симптоматика до операции	0,90	<0,05	0,87	<0,05
ЛС до операции	0,84	<0,05	0,71	<0,05
ЛС после операции	0,66	<0,05	0,82	<0,05
ФЭА до операции	0,59	<0,05	0,51	<0,05
ФЭА после операции	0,77	<0,05	0,70	<0,05
Общий лордоз до операции	-0,74	<0,05	-0,69	<0,05
Общий лордоз после операции	-0,91	<0,05	-0,81	<0,05
Высота диска до операции	0,73	<0,05	0,74	<0,05
Высота диска после операции	-0,88	<0,05	-0,73	<0,05
Измеряемый коэффициент диффузии	-0,88	<0,05	-0,70	<0,05

R — коэффициент корреляции Спирмена; p — доверительная вероятность; ЛС — линейное смещение позвонков; ФЭА — флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла.

хирургического вмешательства и способа доступа. Так, в группе пациентов, оперированных по методике динамической фиксации, выявили самый меньший уровень послеоперационных осложнений, встречались преимущественно повреждения магистральных сосудов (левая общая подвздошная вена) при доступе, инфицирование послеоперационной раны и явления гетеротопической оссификации. Отсутствие общепринятых осложнений переднего доступа в виде ретроградной эякуляции объясняется неиспользованием коагуляции клетчатки на передней поверхности МПД L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> и смежных телах позвонков.

В группе пациентов, оперированных по методике ригидной стабилизации, встречались осложнения, связанные с дегенерацией смежного сегмента, развитием псевдоартроза и нестабильностью фиксирующей конструкции.

*Анализ клинико-биомеханических параметров пораженных позвоночно-двигательных сегментов и их взаимосвязь с исходом хирургического лечения.* Ведущими клиническими характеристиками, имеющими прямую взаимосвязь с послеоперационным исходом и уровнем качества жизни, являются степень болевого синдрома по ВАШ, функциональное состояние (ODI). Произвели корреляционный анализ клинических составляющих и параметров, характеризующих состояние пояснично-крестцового перехода (амплитуды сегментарного угла, угла поясничного лордоза, степени линейного смещения позвонков, высоты межтелового промежутка, ИКД, дооперационной клинической симптоматики).

Выявили значимую положительную непараметрическую корреляцию значения отдаленного результата оперативного лечения по ВАШ и ODI с исследуемыми параметрами (табл. 7, 8), за исключением исходного значения угла поясничного лордоза.

С целью детального анализа влияния клинико-инструментальных параметров на клинический результат и исследования возможности опти-

ба хирургического лечения. В обеих группах в связи со строгим соблюдением протокола профилактики сосудистых осложнений (эластичное бинтование нижних конечностей, антикоагулянтная терапия) не выявили

венозных тромбозов и тромбоэмболии легочной артерии.

При оперативных вмешательствах на пояснично-крестцовом переходе позвоночника фиксировали различные осложнения, типичные для вида

мизации тактики лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода позвоночника проведено разделение полученных данных:

– хорошие результаты: послеоперационный исход, который характеризовался полным или почти полным возвращением к прежнему (до начала болезни или до последнего обострения) уровню социальной и физиче-

ской активности (возможно ограничение больших физических нагрузок);  
– неудовлетворительный результат: бытовая и социальная активность восстановлены не полностью, отсутствие эффекта от операции или ухудшение состояния.

Сравнение клинико-инструментальных данных пациентов исследуемых групп представлено в табл. 9.

У всех пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода отмечен дооперационный гиполордоз (менее 35°), который не имел корреляционной взаимосвязи с отдаленным клиническим исходом по ВАШ ( $R = -0,15$ ;  $p > 0,05$ ) и ODI ( $R = -0,08$ ;  $p > 0,05$ ).

В группе пациентов, оперированных по методике динамической фиксации, хорошие исходы при дооперационных параметрах люмбосакрального перехода характеризуются линейным смещением позвонков не более 4 мм, сагиттальным объемом движений менее 6°, снижением высо-

Таблица 8

Корреляция значения функционального состояния по ВАШ через 36 мес. после операции и исследуемых характеристик люмбосакрального сегмента

Показатель	Группа I (n = 83)		Группа II (n = 184)	
	R	p	R	p
Симптоматика до операции	0,72	<0,05	0,89	<0,05
ЛС до операции	0,86	<0,05	0,68	<0,05
ЛС после операции	0,84	<0,05	0,86	<0,05
ФЭА до операции	0,76	<0,05	0,51	<0,05
ФЭА после операции	0,84	<0,05	0,67	<0,05
Общий лордоз до операции	-0,21	<0,05	-0,62	<0,05
Общий лордоз после операции	-0,57	<0,05	-0,80	<0,05
Высота диска до операции	0,67	<0,05	0,69	<0,05
Высота диска после операции	-0,65	<0,05	-0,78	<0,05
Измеряемый коэффициент диффузии	-0,81	<0,05	-0,82	<0,05

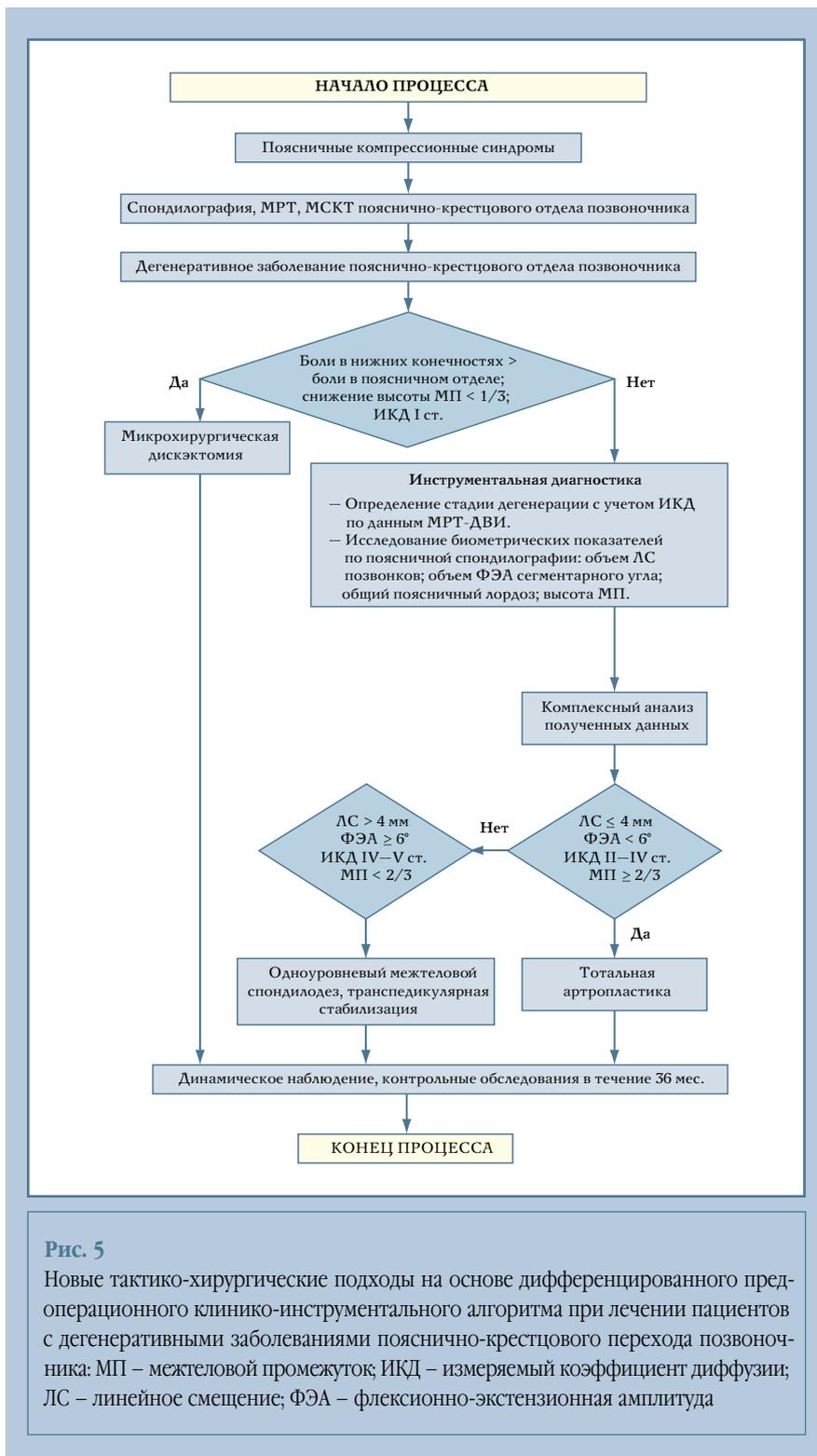
R – коэффициент корреляции Спирмена; p – доверительная вероятность; ЛС – линейное смещение позвонков; ФЭА – флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла.

Таблица 9

Сравнительный анализ клинических данных пациентов в зависимости от послеоперационного результата

Показатель	Группа I (n = 83)		p	Группа II (n = 184)		p
	хорошие исходы (n = 79)	неудовлетворительные исходы (n = 4)		хорошие исходы (n = 101)	неудовлетворительные исходы (n = 83)	
ODI через 36 мес.	8 (6; 10)	12 (10; 14)	<0,01	14 (12; 18)	30 (24; 36)	<0,01
ВАШ: поясничный отдел через 36 мес.	6 (4; 8)	13 (10; 18)	<0,01	12 (10; 16)	32 (20; 34)	<0,01
ВАШ: нижние конечности через 36 мес.	2 (2; 4)	10 (6; 16)	<0,01	10 (6; 12)	28 (20; 36)	<0,01
ЛС до операции	2 (1; 4)	6 (5; 7)	<0,01	7 (4; 11)	3 (2; 3)	<0,01
ЛС после операции	1 (1; 2)	2 (1; 2)	>0,05	2 (1; 3)	5 (4; 7)	<0,01
ФЭА до операции	4 (3; 5)	7 (6; 8)	<0,01	8 (6; 9)	3 (2; 3)	<0,01
ФЭА после операции	4 (4; 5)	3 (3; 5)	>0,05	4 (2; 6)	3 (3; 4)	>0,05
Общий лордоз до операции	30 (28; 36)	30 (26; 38)	>0,05	32 (28; 36)	32 (23; 38)	>0,05
Общий лордоз после операции	54 (48; 64)	34 (32; 36)	<0,01	52 (44; 66)	37 (32; 38)	<0,01
Высота диска до операции	10 (9; 13)	6 (5; 9)	<0,01	6 (5; 8)	10 (9; 12)	<0,01
Высота диска после операции	12 (10; 12)	10 (10; 12)	>0,05	12 (10; 14)	11 (10; 13)	>0,05
Измеряемый коэффициент диффузии	1540 (1280; 1760)	1050 (800; 1150)	<0,01	1180 (980; 1230)	1320 (1240; 1520)	<0,01

p – доверительная вероятность; R – коэффициент корреляции Спирмена; ЛС – линейное смещение позвонков; ФЭА – флексионно-экстензионная амплитуда сегментарного угла; ИКД – измеряемый коэффициент диффузии.



ты межтеловой промежуток не более 2/3 от вышележащего, II–IV ст. дегенерации МПД по ИКД. В группе пациентов, оперированных по методике ригидной стабилизации, хорошие

исходы при дооперационных параметрах люмбосакрального перехода характеризуются линейным смещением позвонков более 4 мм, сагиттальным объемом движений не менее 6°;

снижением высоты межтеловой промежуток более 2/3 от вышележащего, IV–V ст. дегенерации МПД по ИКД.

С целью оптимизации исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода позвоночника, с учетом ликвидации возможных неблагоприятных последствий разработаны новые тактико-хирургические подходы на основе дифференцированного предоперационного клинико-инструментального алгоритма (рис. 5).

Клинический пример использования тотальной артропластики представлен на рис. 6.

Клинический пример использования межтеловой спондилодеза и транспедикулярной стабилизации представлен на рис. 7.

## Обсуждение

Различная степень дегенеративных изменений поясничных сегментов является показанием к применению разнообразных хирургических технологий [15]. В каждой клинической ситуации необходимо определение оптимальных показаний к оперативному вмешательству. Популяризация мини-инвазивных методов лечения дегенеративных заболеваний привела к повсеместному внедрению микрохирургической (субтотальной) дискэктомии, отдаленные результаты применения которой свидетельствуют в ряде случаев о недостаточной клинической эффективности [11, 12, 25].

В настоящее время самыми распространенными способами хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника являются межтеловой спондилодез и ригидная стабилизация, при этом успешные клинические исходы не коррелируют с рентгенологическими [2, 6]. Ригидная стабилизация приводит к биомеханическому стрессу смежных сегментов с их ускоренной дегенерацией, способствует формированию несостоятельности костного блока, развитию инфекционных осложнений, послеопераци-

**Рис. 6**

Пациент Р., 37 лет, с дегенеративным заболеванием пояснично-крестцового перехода: **а** – МРТ-ДВИ, измеряемый коэффициент диффузии – 1392; **б** – сагиттальная МРТ поясничного отдела позвоночника: правосторонняя грыжа межпозвонкового диска L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>; **в** – поясничная спондилография с функциональными пробами до операции: уплощение поясничного лордоза (29°), линейная трансляция – 3 мм, сагиттальная ангуляция 5°; **г** – поясничная спондилография с функциональными пробами после операции: угол поясничного лордоза 47°, признаков сегментарной нестабильности не выявлено; ВАШ до операции: поясничный отдел 72 мм, нижние конечности 84 мм, ODI до операции 68 баллов; ВАШ через 36 мес.: поясничный отдел 8 мм, нижние конечности 2 мм, ODI через 36 мес. 6 баллов, по шкале MacNab – отличный исход

онного болевого синдрома, нестабильности фиксирующих элементов и резорбции костной ткани вокруг имплантатов [3, 6, 22].

Исследование технических возможностей, направленных на снижение неудовлетворительных результатов ригидной стабилизации, связано с предохранением смежных сегментов от биомеханических перегрузок, со снижением рисков поломки фиксирующей конструкции, с устранением патологической подвижности с сохранением физиологического объема движений в оперированном сегменте [6, 18, 26]. Установлено, что задняя динамическая (полуригидная) стабилизация позволяет восстановить физиологический объем движений в поясничном отделе позвоночника и снизить дегенерацию смежного сег-

мента [9, 19]. В современных специализированных литературных источниках имеются сведения о положительных клинических послеоперационных результатах, но при этом биомеханические эффекты использования различных стабилизирующих конструкций являются противоречивыми [19, 22].

Проведение динамической фиксации с применением искусственных МПД направлено на восстановление пространственных взаимоотношений и биомеханики в оперированных сегментах позвоночника при условии отсутствия значимых морфоструктурных изменений его опорных элементов. В связи с этим необходимо детальное предоперационное обследование пациентов с учетом современных нейровизуализационных методов [7, 27].

Анализируя литературу, мы не выявили принципиальных различий по клиническим исходам ВАШ и ODI в каждой из групп хирургической коррекции [2, 6, 15, 17]. В нашем исследовании определены меньшие показатели по уровню болевого синдрома по ВАШ и качеству жизни по ODI в группе пациентов, оперированных с использованием искусственного МПД, по сравнению с односегментарным межтеловым спондилодезом и транспедикулярной стабилизацией.

Проведенное исследование подтвердило наличие наиболее часто встречающихся осложнений после тотальной артропластики: повреждение магистральных сосудов и гетеротопической оссификации [13, 20]; после ригидной стабилизации – деге-



Рис. 7

Пациентка Б., 49 лет, с дегенеративным заболеванием пояснично-крестцового перехода: **а** – МРТ-ДВИ, измеряемый коэффициент диффузии – 1052; **б** – сагиттальная МРТ поясничного отдела позвоночника: левосторонняя грыжа межпозвонкового диска L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>; **в** – поясничная спондилография с функциональными пробами до операции: уплощение поясничного лордоза (23°), линейная трансляция 7 мм, сагиттальная ангуляция 6°; **г** – поясничная спондилография с функциональными пробами после операции: угол поясничного лордоза 46°, признаков сегментарной нестабильности не выявлено; ВАШ до операции: поясничный отдел 78 мм, нижние конечности 82 мм, ODI до операции 62 балла; ВАШ через 36 мес.: поясничный отдел 18 мм, нижние конечности 8 мм, ODI через 36 мес. 16 баллов, по шкале MacNab – хороший исход

нерации смежных сегментов, псевдоартроза и послеоперационного рубцового процесса [2, 6, 17].

Определение прогностических факторов и взаимосвязи отдаленных послеоперационных результатов с клиническими и морфологическими предоперационными изменениями в области планируемого оперативного вмешательства в настоящее время является актуальным. Таким образом, произведенный детальный ретроспективный комплексный клинично-инструментальный предоперационный анализ направлен на уточнение показаний к выполнению динамической и ригидной стабилизации с учетом индивидуальных клинично-инструментальных параметров дегенеративных изменений пояснично-крестцового перехода.

### Заключение

Всем пациентам с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового перехода позвоночника показано проведение комплексного клинично-инструментального обследования, включающего поясничную спондилографию, МРТ в T1-, T2- и ДВИ-режимах для полноценного изучения морфоструктурных изменений в МПД и дугоотростчатых суставах.

При II–IV ст. дегенерации по ИКД, линейном смещении позвонков не более 4 мм, сагиттальном объеме движений в позвоночно-двигательном сегменте менее 6°, снижении высоты межтелового промежутка не более 2/3 от вышележащего возможно применение тотальной артропластики.

При IV–V ст. дегенерации по ИКД, линейном смещении позвонков более 4 мм, сагиттальном объеме движений в позвоночно-двигательном сегменте

не менее 6°, снижении высоты межтелового промежутка более 2/3 от вышележащего целесообразны межтеловой спондилодез и ригидная стабилизация.

Установка искусственного МПД может быть осуществлена в большем диапазоне дегенеративных заболеваний пояснично-крестцового перехода позвоночника и позволяет достичь минимальных значений уровня болевого синдрома по ВАШ, хорошего функционального состояния по ODI и преимущественно хороших результатов по шкале субъективной удовлетворенности проведенной операцией MacNab (по сравнению с ригидной стабилизацией у данной группы пациентов).

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

## Литература/References

1. Афаунов А.А., Басанкин И.В., Кузьменко А.В., Шаповалов В.К. Анализ причин ревизионных операций при хирургическом лечении больных с поясничными стенозами дегенеративной этиологии // Кубанский научный медицинский вестник. 2013. № 7. С. 173–176. [Afaunov AA, Basankin IV, Kuzmenko AV, Shapovalov VK. Analysis of reasons for revision surgery in patients treated for degenerative lumbar spinal stenosis. Kuban Research Medical Gazette. 2013;(7):173–176. In Russian].
2. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Бельх Е.Г., Сороковиков В.А., Шепелев В.В. Оптимизация результатов лечения пациентов с сегментарной нестабильностью поясничного отдела позвоночника при использовании малоинвазивной методики спондилотомии // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2015. № 3. С. 45–54. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Belykh EG, Sorokovikov VA, Shepelev VV. Optimization of segmental lumbar spine instability treatment using minimally invasive spinal fusion technique. Zh Vopr Neirokhir Im N.N. Burdenko. 2015;(3):45–54. In Russian]. DOI: 10.17116/neiro201579345-54.
3. Калинин А.А., Бывальцев В.А. Взаимосвязь спондилометрических параметров с клиническим исходом хирургического лечения дегенеративного спондилотомии при многоуровневых поражениях поясничных межпозвоночных дисков // Хирургия позвоночника. 2015. № 4. С. 56–62. [Kalinin AA, Byvaltsev VA. Interrelation of spondylometric parameters with clinical outcome of surgical treatment of degenerative spondylolisthesis in multilevel lesions of lumbar intervertebral discs. Hir. Pozvonoc. 2015;(4):56–62. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2015.4.56-62.
4. Колесов С.В., Колбовский Д.А., Казьмин А.И., Морозова Н.С. Применение стержней из титанола при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового перехода // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 1. С. 41–49. [Kolesov SV, Kolbovsky DA, Kazmin AI, Morozova NS. The use of titanium rods for lumbosacral fixation in surgical treatment of degenerative spine disease. Hir. Pozvonoc. 2016;13(1):41–49. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2016.1.41-49.
5. Коновалов Н.А., Шевелев И.Н., Корниенко В.Н., Назаренко А.Г. Клинико-диагностическая оценка выраженности дегенеративного поражения пояснично-крестцового отдела позвоночника // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2009. № 1. С. 16–21. [Kononov NA, Shevelev IN, Kornienko VN, Nazarenko AG. Clinical and diagnostic evaluation of the severity of degenerative lesion of the lumbosacral spine. Annals of clinical and experimental neurology. 2009;1:16–21. In Russian].
6. Крутько А.В. Сравнительный анализ результатов заднего межтелового спондилотомии (PLIF) и трансфораминального межтелового спондилотомии (TLIF) в сочетании с трансспедикулярной фиксацией // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2012. № 1. С. 12–21. [Krutko AV. Comparative analysis of posterior interbody fusion and transforaminal interbody fusion in combination with transpedicular fixation. Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova. 2012;1:12–21. In Russian].
7. Belykh E, Kalinin AA, Patel AA, Miller EJ, Bohl MA, Stepanov IA, Bardonovala LA, Kerimbaev TT, Asantsev AO, Giers MB, Preul MC, Byvaltsev VA. Apparent diffusion coefficient maps in the assessment of surgical patients with lumbar spine degeneration. PLoS One. 2017;12:e0183697. DOI: 10.1371/journal.pone.0183697.
8. Belykh E, Krutko AV, Baykov ES, Giers MB, Preul MC, Byvaltsev VA. Preoperative estimation of disc herniation recurrence after microdiscectomy: predictive value of a multivariate model based on radiographic parameters. Spine J. 2017;17:390–400. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.10.011.
9. Bothmann M, Kast E, Boldt GJ, Oberle J. Dynesys fixation for lumbar spine degeneration. Neurosurg Rev. 2008;31:189–196. DOI: 10.1007/s10143-007-0101-9.
10. Bydon M, Xu R, Santiago-Dieppa D, Macki M, Sciubba DM, Wolinsky JP, Bydon A, Gokaslan ZL, Witham TF. Adjacent-segment disease in 511 cases of posterolateral instrumented lumbar arthrodesis: floating fusion versus distal construct including the sacrum. J Neurosurg Spine. 2014;20:380–386. DOI: 10.3171/2013.12.SPINE13789.
11. Caspar W, Campbell B, Barbier DD, Kretschmer R, Gotfried Y. The Caspar microsurgical discectomy and comparison with a conventional standard lumbar disc procedure. Neurosurgery. 1991;28:78–87. DOI: 10.1097/00006123-199101000-00013.
12. Castro-Menendez M, Bravo-Ricoy JA, Casal-Moro R, Hernandez-Blanco M, Jorge-Barreiro FJ. Midterm outcome after microendoscopic decompressive laminotomy for lumbar spinal stenosis: 4-year prospective study. Neurosurgery. 2009;65:100–110. DOI: 10.1227/01.NEU.0000347007.95725.6F.
13. Faldini C, Perna F, Chehrassan M, Borghi R, Stefanini N, Traina F. Surgical tricks for open lumbar discectomy. Eur Spine J. 2017;26(Suppl 3):425–426. DOI: 10.1007/s00586-017-5272-7.
14. Feng F, Xu Q, Yan F, Xie Y, Deng Z, Hu C, Zhu X, Cai L. Comparison of 7 surgical interventions for lumbar disc herniation: a network meta-analysis. Pain Physician. 2017;20:E863–E871.
15. Hashem S, Abdelbar A, Ibrahim H, Habib MA, Abdel-Monem A, Hamdy H. Review of device and operator related complications of transpedicular screw fixation for the thoracic and lumbar regions. Egypt J Neurol Psychiat Neurosurg. 2012;49:393–398.
16. Hoff EK, Strube P, Pumberger M, Zahn RK, Putzier M. ALIF and total disc replacement versus 2-level circumferential fusion with TLIF: a prospective, randomized, clinical and radiological trial. Eur Spine J. 2016;25:1558–1566. DOI: 10.1007/s00586-015-3852-y.
17. Imada AO, Huynh TR, Drazin D. Minimally invasive versus open laminectomy/discectomy, transforaminal lumbar, and posterior lumbar interbody fusions: a systematic review. Cureus. 2017;9:e1488. DOI: 10.7759/cureus.1488.
18. Kaner T, Sasani M, Oktenoglu T, Cosar M, Ozer AF. Utilizing dynamic rods with dynamic screws in the surgical treatment of chronic instability: a prospective clinical study. Turk Neurosurg. 2009;19:319–326.
19. Kim J, Kim Y, Jeong WK, Song SY, Cho OK. Heterotopic ossification developing in surgical incisions of the abdomen: analysis of its incidence and possible factors associated with its development. J Comput Assist Tomogr. 2008;32:872–876. DOI: 10.1097/rct.0b013e318159c617.
20. Le Huec JC, Mathews H, Basso Y, Aunoble S, Hoste D, Bley B, Friesem T. Clinical results of Maverick lumbar total disc replacement: two-year prospective follow-up. Orthop Clin North Am. 2005;3:315–322. DOI: 10.1016/j.joc.2005.02.001.
21. Ma D, Liang Y, Wang D, Liu Z, Zhang W, Ma T, Zhang L, Lu X, Cai Z. Trend of the incidence of lumbar disc herniation: decreasing with aging in the elderly. Clin Interv Aging. 2013;8:1047–1050. DOI: 10.2147/CIAS49698.
22. Skold C, Tropp H, Berg S. Five-year follow-up of total disc replacement compared to fusion: a randomized controlled trial. Eur Spine J. 2013;22:2288–2295. DOI: 10.1007/s00586-013-2926-y.
23. Song H, Hu W, Liu Z, Hao Y, Zhang X. Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy of L5–S1 disc herniation: a comparison between intermittent endoscopy technique and full endoscopy technique. J Orthop Surg Res. 2017;12:162. DOI: 10.1186/s13018-017-0662-4.
24. Teli M, Lovi A, Brayda-Bruno M, Zagra A, Corriero A, Giudici F, Minoia L. Higher risk of dural tears and recurrent herniation with lumbar micro-endoscopic discectomy. Eur Spine J. 2010;19:443–450. DOI: 10.1007/s00586-010-1290-4.

25. **Xu HZ, Wang XY, Chi YL, Zhu QA, Lin Y, Huang QS, Dai LY.** Biomechanical evaluation of a dynamic pedicle screw fixation device. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21:330–336. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2005.12.004.
26. **Yaldiz C, Ozkal B, Guvenç Y, Senturk S, Erbulut D, Zafarparandah I, Yaman O, Solaroglu I, Ozer F.** Comparison of the rigid rod system with modular plate with

the finite element analysis in short-segment posterior stabilization in the lower lumbar region. *Turk Neurosurg*. 2017;27:610–616. DOI: 10.5137/1019-5149JTN.16203-15.1.

27. **Yu HJ, Bahri S, Gardner V, Muftuler IT.** In vivo quantification of lumbar disc degeneration: assessment of ADC value using a degenerative scoring system based on Pfirrmann framework. *Eur Spine J*. 2015;24:2442–2448. DOI: 10.1007/s00586-014-3721-0.

#### Адрес для переписки:

Бывальцев Вадим Анатольевич  
664082, Россия, Иркутск, а/я 62,  
byval75vadim@yandex.ru

#### Address correspondence to:

Byvaltsev Vadim Anatolyevich  
P.O.B. 62, Irkutsk, 664082, Russia,  
byval75vadim@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 01.01.2018

Рецензирование пройдено 09.06.2018

Подписано в печать 13.06.2018

Received 01.01.2018

Review completed 09.06.2018

Passed for printing 13.06.2018

Вадим Анатольевич Бывальцев, д-р мед. наук, руководитель Центра нейрохирургии, Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», Россия, 664005, Иркутск, ул. Боткина, 10; руководитель научно-клинического отдела нейрохирургии, Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Россия, 664003, Иркутск, ул. Борцов Революции, 1; заведующий курсом нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет, Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1; профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Россия, 664049, Иркутск, мкр-н Юбилейный, 100, byval75vadim@yandex.ru;

Юрий Яковлевич Пестряков, аспирант курса нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет, Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1; врач-нейрохирург, заведующий нейрохирургическим отделением, Краевая клиническая больница, Россия, 660022, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3а, pestryakov-nbo@mail.ru;

Андрей Андреевич Калинин, канд. мед. наук, врач-нейрохирург Центра нейрохирургии, Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», Россия, 664005, Иркутск, ул. Боткина, 10; научный сотрудник, Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Россия, 1664003, Иркутск, ул. Борцов Революции, 1; доцент курса нейрохирургии, Иркутский государственный медицинский университет, Россия, 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1, andrei\_doc\_v@mail.ru.

Vadim Anatolyevich Byvaltsev, DMSc, Head of the Centre of Neurosurgery, Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhbirskiy» station of JSCo «Russian Railways», Botkin str., 10, Irkutsk, 664005, Russia; Head of Scientific and Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Bortsov Revolyutsii str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; director of the course of neurosurgery, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; Professor of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Neurosurgery of Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Yubilejnyj microdistrict, 100, Irkutsk, 664049, Russia, byval75vadim@yandex.ru;

Yury Yakovlevich Pestryakov, postgraduate student in neurosurgery, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; neurosurgeon, head of the Neurosurgical department, Regional Clinical Hospital, Partizana Zheleznyaka str., 3a, Krasnoyarsk, 660022, Russia, pestryakov-nbo@mail.ru; Andrey Andreyevich Kalinin, MD, PhD, neurosurgeon, Centre of Neurosurgery, Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhbirskiy» station, Botkin str., 10, Irkutsk, 664005, Russia; researcher, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Bortsov Revolyutsii str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; teaching assistant of the course of neurosurgery, Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russia, andrei\_doc\_v@mail.ru.