



# ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНЫХ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ

Е.С. Байков<sup>1</sup>, А.В. Крутько<sup>1</sup>, В.Л. Лукинов<sup>2, 3</sup>, А.Д. Сангинов<sup>1</sup>, О.Н. Леонова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии

им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск, Россия

**Цель исследования.** Оценка эффективности многофакторной модели логистической регрессии прогноза риска реоперации после микродискэктомии у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.

**Материал и методы.** Дизайн исследования — одноцентровое ретроспективное. В исследование включены пациенты, оперированные по поводу грыж поясничного отдела позвоночника на уровнях L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>. Период наблюдения — 3 года. Выделено две группы: I — 350 пациентов (на основе их данных была создана многофакторная модель логистической регрессии прогноза), II — 514 пациентов. Группа II с помощью созданной для группы I модели логистической регрессии была разделена на две подгруппы: IIa (вероятность рецидива менее 50 %) — 497 (96,7 %) пациентов, IIb (вероятность рецидива более 50 %) — 17 (3,3 %). В подгруппе IIa проводили микродискэктомию, IIb — спондилодез. Оценку эффективности многофакторной модели логистической регрессии проводили с помощью сравнения рисков реопераций в группах I и II. С целью получения однородных дооперационных показателей параметров групп I и II использовали метод PSM. Статистические расчеты проводили в программе RStudio на языке статистического программирования R.

**Результаты.** В группе II значимые отличия показателей в подгруппах отмечены по следующим параметрам ( $p < 0,05$ ): курение, индекс высоты диска, сегментарный объем движений, угол поясничного лордоза, тип межпозвонковой грыжи (кроме секвестра), изменения Modic, стадия дегенерации межпозвонкового диска по Pfirrmann. В подгруппе IIa проведено 8 (1,6 %) реопераций, IIb — 2 (0,4 %). Данные групп I и II были выравнены с помощью метода PSM по значимо отличающимся показателям. Объем выборки: по 37 пациентов в каждой группе. Количество реопераций в группах статистически значимо различалось: I — 35 % [22 %; 51 %]; II — 5 % [1 %; 18 %]. Риск реопераций в группе II в 0,13 [0,03; 0,58] раза ниже, чем в группе I ( $p = 0,002$ ).

**Заключение.** Предложенная система прогноза результатов хирургического лечения пациентов с грыжами межпозвонковых дисков может быть использована как инструмент для определения хирургической тактики лечения, направленной на снижение частоты реопераций.

**Ключевые слова:** дегенерация межпозвонкового диска, микродискэктомия, прогноз хирургического лечения, рецидив грыжи поясничного межпозвонкового диска.

Для цитирования: Байков Е.С., Крутько А.В., Лукинов В.Л., Сангинов А.Д., Леонова О.Н. Эффективность системы прогнозирования результатов хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков // Хирургия позвоночника. 2020. Т. 17. № 1. С. 87–95.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.1.87-95>.

## THE EFFECTIVENESS OF THE SYSTEM FOR PREDICTING THE RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH LUMBAR DISC HERNIATION

E.S. Baikov<sup>1</sup>, A.V. Krutko<sup>1</sup>, V.L. Lukinov<sup>2, 3</sup>, A. J. Sanginov<sup>1</sup>, O.N. Leonova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsviyana, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

<sup>3</sup>Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences, Novosibirsk, Russia

**Objective.** To evaluate the effectiveness of a multivariate logistic regression model for the predicting surgical treatment results in patients with lumbar disc herniation.

**Materials and Methods.** Study design: monocentric retrospective study. The study included patients operated on for lumbar disc herniation at levels L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>, with a 3-year follow-up. Two groups were identified: Group I included 350 patients (their data served as a basis for creation of multivariate logistic regression predicting model), and Group II — 514 patients (in this group, the effectiveness of

the model was evaluated). Group II was divided into two subgroups: Subgroup IIa (recurrence probability <50 %) included 497 (96.7 %) patients, and Subgroup IIb (recurrence probability >50 %) – 17 (3.3 %) patients. Patients in Subgroup IIa underwent microdiscectomy, and in Subgroup IIb – spinal fusion. In order to obtain homogeneous pre-operative indicators of both group parameters, the PSM method was used. Statistical calculations were performed in the RStudio program.

**Results.** In Group II, significant differences in indicators in the subgroups were noted for the following parameters ( $p < 0.05$ ): smoking, disc height index, segmental volume of movement, lumbar lordosis angle, type of intervertebral hernia (except for sequestration), Modic changes, and stage of intervertebral disc degeneration according to Pfirrmann. In Subgroup IIa, 8 (1.6 %) reoperations were performed, in Subgroup IIb – 2 (0.4 %). Using the PSM method, the data of groups I and II were flattened out for significantly different indicators. The sample size was 37 patients in each group. The number of reoperations in the groups differed statistically significantly: Group I – 35 % [22 %; 51 %]; Group II – 5 % [1 %; 18 %]. The risk of reoperation in Group II is 0.13 [0.03; 0.58] times lower than in Group I ( $p = 0.002$ ).

**Conclusions.** The proposed system for predicting the results of surgical treatment of patients with intervertebral disc hernia can be used as a tool to determine the surgical tactics aimed at reducing the frequency of reoperations.

**Key Words:** intervertebral disc degeneration, microdiscectomy, prediction of surgical treatment, recurrence of lumbar disc herniation.

Please cite this paper as: Baikov ES, Krutko AV, Lukinov VL, Sanginov AJ, Leonova ON. The effectiveness of the system for predicting the results of surgical treatment of patients with lumbar disc herniation. *Hir. Pozvonoc.* 2020;17(1):87–95. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.1.87-95>.

Несмотря на возможности консервативной терапии в лечении пациентов с болевыми синдромами, обусловленными грыжами поясничных межпозвонковых дисков, доля хирургической помощи с течением времени не уменьшается. Удаление межпозвонковых грыж является самой частой плановой нейрохирургической операцией. Достижения в области спинальной хирургии не способствуют снижению частоты их повторной верификации, а частота реопераций по данному поводу достигает 5–16 % [1–5]. Недостаточное предоперационное обследование, включающее в себя МРТ, МСКТ и рентгенографию позвоночника, в ряде случаев является причиной неправильной хирургической тактики и, следовательно, неудовлетворительного исхода. Неудовлетворительные исходы микродискэктомии могут быть обусловлены рубцово-спаечными изменениями эпидурального пространства, гипертрофическим ремоделированием позвоночного канала, сегментарной нестабильностью и повторным образованием межпозвонковой грыжи [3, 6]. Только половина пациентов после реоперации удовлетворена ее результатами. После первого ревизионного вмешательства кумулятивный риск его дальнейшего повторения достигает 25 % [7].

Возможным вариантом улучшения результатов микродискэктомии на поясничном уровне является пред-

операционное выявление и анализ факторов неблагоприятного исхода с последующим определением выбора хирургической тактики. Факторов риска рецидива грыж большое количество. Они достаточно разнородны: образ жизни (тяжелый физический труд, масса тела, вредные привычки), гендерная принадлежность, возраст пациента, дегенеративные изменения позвоночно-двигательного сегмента, степень его мобильности, тип грыжи, высота межпозвонкового диска, коморбидные факторы (диабет) и т.д. [4, 8–11]. В метаанализе Huang et al. [10] проведена оценка факторов риска и выявлено, что значимую связь с рецидивом имеют сахарный диабет, курение и тип грыжи межпозвонкового диска. Таким образом, разнородные факторы имеют значимую корреляционную связь с рецидивом грыж. Однако в литературе нет системы по их практическому использованию. Этот недостаток мы попытались устранить в нашем прежнем исследовании [12], в котором были определены предикторы рецидива грыж: индекс массы тела, индекс высоты межпозвонкового диска, мобильность позвоночно-двигательного сегмента, поясничный лордоз, курение, тип грыжи диска, стадия дегенерации межпозвонкового диска по Pfirrmann. Далее была создана многофакторная модель логистической регрессии. Исследование показало возможность предопера-

ционного анализа радиологических параметров для прогнозирования вероятности рецидива грыж поясничных межпозвонковых дисков после микродискэктомии.

Цель исследования – оценка эффективности разработанной многофакторной модели логистической регрессии прогноза хирургического лечения пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков.

## Материал и методы

Дизайн исследования: одноцентровое ретроспективное.

Проанализированы данные пациентов, которым выполняли микродискэктомию по поводу межпозвонковых грыж на двух нижнепоясничных уровнях ( $L_4-L_5$  и  $L_5-S_1$ ). В группу I вошли 350 пациентов, оперированных с января 2009 г. по июль 2012 г., и их данные из нашего прошлого исследования, на основе которых была создана многофакторная модель логистической регрессии прогноза [12]. Эта группа включена в исследование с целью оценки сопоставимости клинко-радиологических параметров и исходов операций с данными пациентов настоящего исследования, то есть группы II, в которую вошли 514 пациентов, оперированных с января 2013 г. по декабрь 2014 г. Все пациенты имели корешковый болевой синдром длительностью более

6 недель, резистентный к консервативной терапии. На дооперационном этапе проводили анализ клинических данных (индекса массы тела (ИМТ), курения) и радиологических параметров поясничного отдела позвоночника и пораженного позвоночно-двигательного сегмента (индекса высоты межпозвонкового диска (ИВД), сагиттального объема движений в сегменте, поясничного лордоза, типа грыжи межпозвонкового диска, стадии дегенерации межпозвонкового диска по Pfirrmann). С помощью многофакторной модели логистической регрессии [12] определяли вероятность рецидива грыж поясничных межпозвонковых дисков у каждого пациента. Расчет осуществляли два врача независимо друг от друга. При получении различающихся данных проводили перерасчет до достижения идентичных показателей.

Тактика хирургического вмешательства в группе II зависела от показателя вероятности повторного образования грыжи диска, что и явилось основанием для формирования двух подгрупп. В подгруппу IIa вошли пациенты с низкой вероятностью рецидива (менее 50 %). Им выполняли открытую микродискэктомию. В подгруппу IIb вошли пациенты с вероятностью рецидива более 50 %, которым проводили спондилодез по методике TLIF или PLIF в сочетании с транспедикулярной фиксацией, что исключало повторное образование грыжи межпозвонкового диска на оперированном позвоночно-двигательном сегменте. Все операции выполняли врачи, специализирующиеся в области спинальной хирургии и имеющие стаж работы более пяти лет. Катамнез пациентов прослежен на протяжении трех лет после хирургического вмешательства.

Критерии включения пациентов в исследование: грыжа межпозвонкового диска на уровне L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> или L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>.

Критерии исключения: грыжи межпозвонковых дисков в комбинации с гипертрофированной желтой связкой и (или) дугоотростчатые суставы, различными видами

спондилолистеза, дегенеративными поражениями поясничного отдела позвоночника, ранее выполненные хирургические вмешательства на поясничном отделе позвоночника.

Следующим этапом произвели сравнение данных пациентов двух групп. С целью получения однородных дооперационных показателей параметров использовали метод Propensity Score Matching (PSM) [13].

Перед статистическим исследованием выполнили разведочный анализ данных для проверки нормальности распределений показателей в группах, выявления выбросов, определения степени корреляции показателей внутри групп. Критерий Шапиро – Уилка показал, что все непрерывные показатели распределены ненормально, кроме параметра «поясничный лордоз» в группе I после PSM. Найдена слабая корреляция между индексом высоты диска и сагиттальным объемом движений в сегменте (коэффициент корреляции Спирмена  $r = 0,30$ ,  $p < 0,001$ ).

Непрерывные показатели представлены в виде медианы [первый квартиль; третий квартиль]; бинарные показатели – в виде количества, процент [95 % доверительный интервал (ДИ) процента], границы ДИ вычислены по формуле Вильсона, категориальные показатели в виде количества и процента пациентов в каждой категории.

Сравнение непрерывных показателей в группах проводили непарным U-критерием Манна – Уитни, с расчетом сдвига распределений и построением 95 % доверительного интервала для сдвига. Для сравнения бинарных и категориальных показателей в группах использовали точный двусторонний критерий Фишера.

В исходных группах статистически значимо различались предоперационные показатели: пол ( $p = 0,027$ ), доля курящих ( $p < 0,001$ ), индекс высоты диска ( $p < 0,001$ ), сагиттальный сегментарный объем движения ( $p < 0,001$ ), поясничный лордоз ( $p < 0,001$ ), изменения Modic ( $p < 0,001$ ), типы грыж ( $p < 0,001$ ).

Для устранения возможного влияния выявленных неоднородностей на количество реопераций в группах применили метод PSM (метод ближайшего соседа с калибром равным 0,1 и соотношением групп 1:1), который вывел из рассмотрения пациентов, несоответствующих по совокупности значимо различающихся предоперационных показателей (табл. 1).

Сравнение свободы от повторной реоперации между группами проводили логарифмическим ранговым критерием с построением кривых выживаемости Каплана – Мейера и с вычислением отношения рисков с помощью модели пропорциональных рисков Кокса.

Проверку статистических гипотез выполняли при критическом уровне значимости  $p = 0,05$ , то есть различие считали статистически значимым, если  $p < 0,05$ . Статистические расчеты проводили в свободно распространяемой программе RStudio на языке статистического программирования R [14].

## Результаты

Данные описательной статистики, корреляционного анализа группы I и получения многофакторной модели логистической регрессии представлены в прошлой работе [12].

По многофакторной модели логистической регрессии на дооперационном этапе у каждого пациента группы II определили вероятность возникновения рецидива, на основании чего менялась тактика хирургического лечения. Это послужило критерием для разделения пациентов на две подгруппы: IIa (с вероятностью рецидива менее 50 %) – 497 (96,7 %) пациентов, IIb – 17 (3,3 %). Через 3 года после хирургического вмешательства для исследования были доступны 459 (92,9 %) человек из подгруппы IIa и 15 (88,2 %) – из подгруппы IIb.

Результаты статистического анализа клинических параметров группы II представлены в табл. 2. По этим данным можно заключить, что пациенты с высоким риском рецидива

Таблица 1  
Результаты статистического анализа данных пациентов до и после применения метода PSM

Показатели	До применения метода PSM			После применения метода PSM			Критерий
	группа I (n = 350)	группа II (n = 514)	Разница	группа I (n = 37)	группа II (n = 37)	Разница	
Метод расчета	МЕД [ИКИ]	МЕД [ИКИ]	Псевдомедиана попарных разностей [95 % ДИ]	МЕД [ИКИ]	МЕД [ИКИ]	Псевдомедиана попарных разностей [95 % ДИ]	U-критерий Манна – Уитни, р
Возраст, лет	42 [34; 50]	42 [35; 52]	1 [0; 3]	47 [38; 54]	41 [37; 50]	-4 [-9; 2]	0,153
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	26,705 [25,9; 29,78]	27 [24,2; 30,3]	0,24 [-0,37; 0,84]	28,76 [25,73; 30,39]	25,95 [23,5; 30,1]	-2,1 [-4,22; 0,15]	0,065
Индекс высоты Диска	0,26 [0,23; 0,29]	0,29 [0,26; 0,32]	0,02 [0,02; 0,03]	0,27 [0,25; 0,31]	0,27 [0,25; 0,33]	0 [-0,03; 0,03]	0,970
Самитталный сегментарный объем движения, град.	8 [6; 9]	4 [3; 5]	-4 [-4; -4]	9 [6; 10]	7 [5; 9]	-1 [-3; 0]	0,066
Поясничный лордоз, град.	44,2 [39,12; 50,75]	47 [43; 52]	3,2 [2,2; 4,2]	42,1 [36,9; 46,3]	43 [40; 48]	1,6 [-1,7; 5,7]	0,315
Метод расчета	Категория – п (%)	Категория – п (%)	Псевдомедиана попарных разностей [95 % ДИ]	Категория – п (%)	Категория – п (%)	Псевдомедиана попарных разностей [95 % ДИ]	Двусторонний критерий Фишера, р
Пол, п (%)	Жен. – 189 (54); муж. – 161 (46)	Жен. – 238 (46); муж. – 276 (54)	Метод не применим	жен. – 20 (54); муж. – 17 (46)	жен. – 21 (57); муж. – 16 (43)	Метод не применим	>0,999
Тип Modic I/II, III, 0	0 – 188 (53,7); I – 68 (19,4); II, III – 94 (26,9%)	0 – 277 (53,9); I – 49 (9,5%); II, III – 188 (36,6)	Метод не применим	0 – 18 (48,6); I – 11 (29,7); II, III – 8 (21,6)	0 – 20 (54,1); I – 6 (16,2); II, III – 11 (29,7)	Метод не применим	0,350
Стадия дегенерации диска по Ritzmann (III, IV), п (%)	III – 86 (24,6); IV – 264 (75,4)	III – 112 (21,8); IV – 402 (78,2)	Метод не применим	III – 10 (27,0); IV – 27 (73,0)	III – 15 (40,5); IV – 22 (59,5)	Метод не применим	0,326
Тип грыж	Протрузия – 120 (34,3); экструзия – 223 (63,7); секвестр – 7 (2)	Протрузия – 95 (18,5); экструзия – 395 (76,8); секвестр – 24 (4,7)	Метод не применим	Протрузия – 18 (48,6); экструзия – 17 (45,9); секвестр – 2 (5,4)	Протрузия – 16 (43,2); экструзия – 19 (51,4); секвестр – 2 (5,4)	Метод не применим	0,927
Уровень L <sub>4</sub> –L <sub>5</sub> , L <sub>5</sub> –S <sub>1</sub> , п (%)	1 – 175 (49,4); 2 – 177 (50,6)	1 – 253 (49,2); 2 – 261 (50,8)	Метод не применим	1 – 17 (45,9); 2 – 20 (54,1)	1 – 20 (54,1); 2 – 17 (45,9)	Метод не применим	0,642
Метод расчета	п; % [95 % ДИ]	п; % [95 % ДИ]	ОШ [95 % ДИ]	п; % [95 % ДИ]	п; % [95 % ДИ]	ОШ [95 % ДИ]	Двусторонний критерий Фишера, р
Курение	116; 33 % [28 %; 38 %]	89; 17 % [14 %; 21 %]	0,4 [0,3; 0,6]	12; 32 % [20 %; 49 %]	8; 22 % [11 %; 37 %]	0,6 [0,2; 1,8]	0,433
Реоперации	50; 14 % [11 %; 18 %]	10; 2 % [1 %; 4 %]	0,1 [0,1; 0,2]	13; 35 % [22 %; 51 %]	2; 5 % [1 %; 18 %]	0,1 [0,0; 0,5]	0,003*

\* статистически значимо различающиеся показатели.

Таблица 2

Результаты статистического анализа клинических параметров группы II

Показатели	Подгруппа IIa (n = 497)	Подгруппа IIb (n = 17)	Разница	Критерий
Метод расчета	МЕД [ИКИ]	МЕД [ИКИ]	Псевдомедиана попарных разностей [95 % ДИ]	U-критерий Манна – Уитни, p
Возраст, лет	42 [35; 52]	44 [38; 50]	1 [-4; 7]	0,646
Индекс массы тела	27,00 [24,20; 30,20]	28,35 [24,12; 31,38]	0,9 [-1,5; 3,5]	0,456
Метод расчета	n, % [95 % ДИ]	n; % [95 % ДИ]	ОШ [95 % ДИ]	Двусторонний критерий Фишера, p
Курение	82; 16 % [13 %; 20 %]	7; 41 % [22 %; 64 %]	3,5 [1,1; 10,6]	0,016*

\*статистически значимо различающиеся показатели.

чаще являлись курильщиками. Значимых различий по ИМТ и возрастному составу не выявлено.

Результаты сравнительного анализа дооперационных данных МРТ и рентгенографии в подгруппах IIa и IIb представлены в табл. 3. Значимые различия выявлены по ИВД, объему движения в сегменте, поясничному лордозу, типу межпозвонковой грыжи (кроме секвестра), изменениям замыкательных пластинок и красного костного мозга тел смежных позвонков по Modic, стадии дегенерации межпозвонкового диска по Pfirrmann.

У пациентов подгруппы IIa отмечено 8 (1,6 %) случаев повторного образования межпозвонковых грыж, потребовавших ревизионной операции. В подгруппе IIb у одного пациента через 16 мес. после спондилодеза провели повторное оперативное лечение по поводу развития патологии вышележащего смежного сегмента, у другого – по поводу глубокой инфекции области хирургического вмешательства через 12 дней после первичной операции.

Исследуемые параметры пациентов обеих групп были не сопоставимы для сравнения. Группы значимо отличались по полу, проценту курящих, ИВД, параметрам поясничного лордоза, изменениям Modic, типу грыж. Используя метод PSM, массивы данных обеих исследуемых групп выравняли по всем статистически значимо отличающимся показателям. Объем выборки в группах, данные которых значимо

не отличались, составил 37 пациентов в каждой (табл. 1).

По данным табл. 1 видно, что до применения метода PSM для достижения сопоставимости групп частота реопераций в группе I составила 14 % [11 %; 18 %] против 2 % [1 %; 4 %] в группе II. Поскольку группы значимо отличались по ряду предоперационных показателей, полученные данные могли быть ложноположительными. Применяя метод PSM, показатели выравнивали. Но при этом доля реопераций в группах осталась статистически значимо различной – 35 % [22 %; 51 %] и 5 % [1 %; 18 %] соответственно.

Произвели оценку динамики свободы от повторных хирургических вмешательств. Как видно из рис., последняя реоперация в группе II была через 16 мес., в группе I – через 30 мес. Расхождение по свободе от реопераций в группах случилось максимум через 1 год после хирургического вмешательства, риск реоперации в группе II в 0,13 [0,03; 0,58] раза ниже, чем в группе I (p = 0,002).

### Обсуждение

В исследованиях последних лет показано, что частота повторных операций после микродискэктомии у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков в среднем составляет 9,1 %, но может достигать 19,0 % [5, 15–17]. Использование эндоскопических методик не способствует существенному снижению количества ревизионных хирургических вмешательств [16].

Работы с длительным периодом послеоперационного наблюдения показали, что основной причиной реопераций является рецидив межпозвонковых грыж на том же уровне [18]. В нашем прошлом исследовании были оценены результаты микродискэктомии на уровнях L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> у 1368 пациентов [12]. В 50 (3,7 %) случаях провели реоперации по поводу рецидива грыж, что ниже, чем в литературных данных. Это может быть обусловлено анализом рецидивов грыж межпозвонковых дисков исходной локализации и 3-летним послеоперационным периодом наблюдения. В данном исследовании с учетом измененной тактики хирургического лечения повторное образование грыж, потребовавших реоперации, составило 8 (1,6 %) случаев.

При анализе информации по рассматриваемой проблеме определены следующие факторы, значимо влияющие на неблагоприятный исход микродискэктомии: сахарный диабет [10, 17, 19], курение [12], масса тела [16], ИВД [5], сегментарный объем движений [20], дегенерация межпозвонкового диска [20], критерии Modic [16], тип межпозвонковых грыж [10], размер дефекта фиброзного кольца [2].

К наиболее объективным факторам, которые можно определить на дооперационном этапе, относятся параметры, оцененные по данным нейровизуализации (МРТ) и рентгенографии. Ранее [12] мы выявили значимую корреляционную связь рецидива грыж поясничных межпозвонковых дисков с ИВД, объе-

Таблица 3

Результаты статистического анализа радиологических параметров группы II

Показатели	Подгруппа IIa (n = 497)	Подгруппа IIb (n=17)	Разница	Критерий	
<i>Метод расчета</i>	МЕД [ИКИ]	МЕД [ИКИ]	Псевдомедиана попарных разностей [95 % ДИ]	U-критерий Манна – Уитни, p	
Индекс высоты диска	0,29 [0,26; 0,32]	0,34 [0,33; 0,38]	0,06 [0,04; 0,08]	<0,001*	
Сагиттальный сегментарный объем движения, град.	4 [3; 5]	9 [7; 10]	5 [4; 6]	<0,001*	
Поясничный лордоз, град.	47 [43; 52]	42 [38; 44]	-7 [-10; -4]	<0,001*	
<i>Метод расчета</i>	Категория – n (%)	Категория – n (%)	Псевдомедиана попарных разностей [95 % ДИ]	Двусторонний критерий Фишера, p	
Изменения Modic	0 – 272 (54,7 %); I – 40 (8,1 %); II, III – 185 (37,2 %)	0 – 5 (29,4 %); I – 9 (52,9 %); II, III – 3 (17,6 %)	Метод не применим	<0,001*	
Стадия дегенерации диска по Pfirrmann III, IV, n %	III – 101 (20,3 %); IV – 396 (79,7 %)	III – 11 (64,7 %); IV – 6 (35,3 %)	Метод не применим	<0,001*	
Уровень L <sub>4</sub> –L <sub>5</sub> /L <sub>5</sub> –S <sub>1</sub>	L <sub>4</sub> –L <sub>5</sub> – 246 (49,5 %); L <sub>5</sub> –S <sub>1</sub> – 251 (50,5 %)	L <sub>4</sub> –L <sub>5</sub> – 7 (41,2 %); L <sub>5</sub> –S <sub>1</sub> – 10 (58,8 %)	Метод не применим	0,624	
<i>Метод расчета</i>	n, % [95 % ДИ]	n, % [95 % ДИ]	ОШ [95 % ДИ]	Двусторонний критерий Фишера, p	
Тип грыжи	Протрузия	83; 17 % [14 %; 20 %]	12; 71% [47%; 87%]	11,9 [3,8; 44,2]	<0,001*
	Экструзия	391; 79 % [75 %; 82 %]	4; 24 % [10 %; 47 %]	0,1 [0; 0,3]	<0,001*
	Секвестр	23; 5 % [3 %; 7 %]	1; 6 % [1 %; 27 %]	1,3 [0; 9]	0,562

\*статистически значимо различающиеся показатели.

мом движений в сегменте, поясничным лордозом, типом межпозвонковой грыжи, дегенерацией диска по Pfirrmann.

Большинство исследователей определили, что дегенерация диска является одним из главных факторов рецидива межпозвонковых поясничных грыж. Однако вопрос о том, на какой стадии дегенерации выше риск, остается дискуссионным. Cinotti et al. [21] заключили, что мужчины с тяжелым дегенеративным поражением межпозвонкового диска имеют высокую вероятность рецидива грыжи. Другие авторы утверждают, что пациенты с начальной стадией дегенерации подвержены большему риску [22]. В данном исследовании в подгруппах IIa и IIb отмечены значимые различия по параметру «дегенерация межпозвонкового диска». В подгруппе IIb с высокой вероятностью рецидива

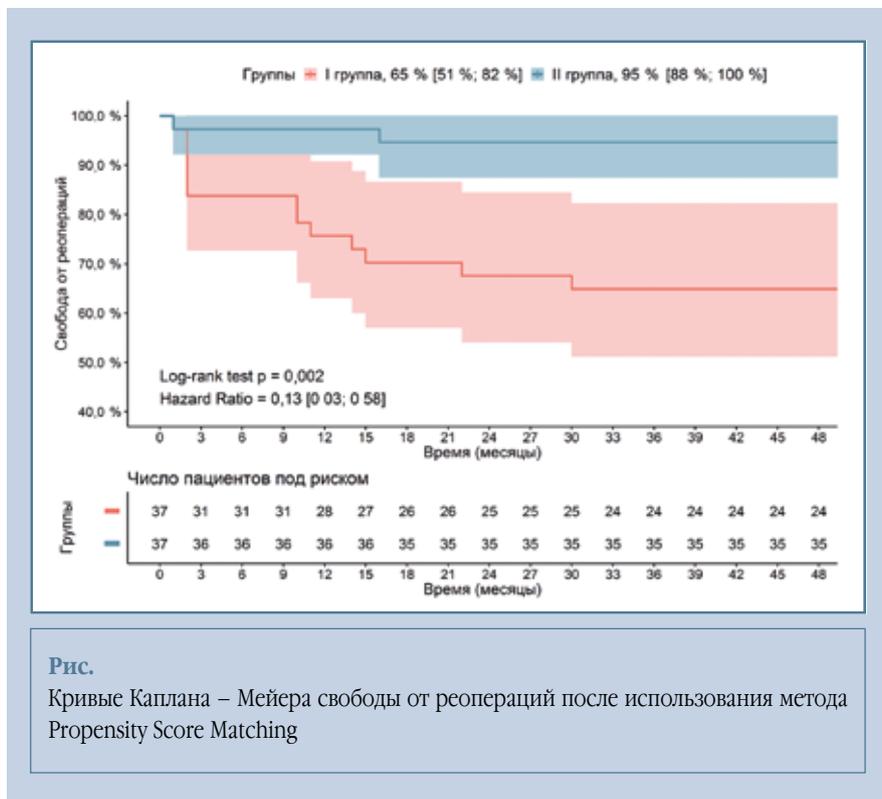
превалировали пациенты с III стадией дегенерации диска по Pfirrmann, в подгруппе IIa с низкой вероятностью – с IV стадией (p < 0,001).

Высота межпозвонкового диска и мобильность позвоночно-двигательного сегмента рассматриваются некоторыми исследователями как значимо влияющие на исход микродискэктомии. Kim et al. [4] на когорте из 171 пациента выявили значимую корреляционную связь ИВД и сагиттального сегментарного объема движения с рецидивом грыж. Данные параметры в группе II нашего исследования также значимо различались высокой и низкой вероятностью рецидива (p < 0,001).

Сглаженный поясничный лордоз и особенно его уменьшение на уровнях L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> и L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> составляет 66 % от общего лордоза, сопряжен с высокой нагрузкой на вентральную опор-

ную колонну позвоночника. Данные биомеханические изменения значительно повышают риск развития и прогрессирования дегенерации межпозвонкового диска и образования грыж [23]. В подгруппе IIb угол поясничного лордоза был значительно меньше, чем у пациентов с низкой вероятностью рецидива (p < 0,001).

Определенное внимание исследователи уделяют типу межпозвонковых грыж как фактору, имеющему значимую корреляционную связь с рецидивом [10, 24]. Отмечается, что пациенты с протрузионным типом грыж имеют значимо большую вероятность реоперации, чем имеющие экструзии или секвестр [24]. Huang et al. [10], проведя метаанализ, определили высокую значимость типа грыжи как фактора вероятности рецидива. Таким образом, есть основания полагать, что механическая стабильность, стадия дегенера-

**Рис.**

Кривые Каплана – Мейера свободы от реопераций после использования метода Propensity Score Matching

ции межпозвонковых дисков, выраженность поясничного лордоза и тип грыжи играют главные роли в возникновении рецидивов грыж после микродискэктомии. С середины 1990-х гг. исследования в основном были сосредоточены на выявлении корреляционной связи между отдельными факторами и рецидивом поясничных межпозвонковых грыж, однако в настоящее время существует относительная малочисленность исследований, оценивающих дооперационные радиологические предикторы рецидива. Наша предыдущая работа явилась первой, в которой разработана прогностическая система, основанная на оценке ряда радиологических параметров [12]. Для удобства расчета вероятности неблагоприятного исхода был создан калькулятор, позволяющий рассчиты-

вать риск по введенным значениям параметров. Используя этот инструмент для коррекции хирургической тактики, проведя статистическое уравнение групп, можно судить о состоятельности используемой системы прогноза, которая позволяет значительно снизить частоту реопераций (14 % [11 %; 18 %] против 2 % [1 %; 4 %]).

*Ограничения исследования.* В исследовании имеется ряд ограничений. В работе учитывали только параметры, которые можно оценить по данным МРТ и рентгенографии до операции. Не представлен анализ таких параметров, как размер дефекта фиброзного кольца и объем удаленного дискового материала, которые также являются предикторами рецидива грыж [25]. Эти параметры не могут быть известны до хирургического вмешательства,

а их оценка интраоперационно, возможно, потребует корректировки объема плановой операции. В исследовании представлены данные пациентов, которым выполняли микродискэктомию на уровнях L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> и L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>, так как на этих сегментах чаще других выявляются грыжи межпозвонковых дисков. Экстраполировать полученные данные на пациентов, которым проводится хирургическое вмешательство на других позвоночно-двигательных сегментах, необходимо с особой осторожностью.

Длительность работы была ограничена трехлетним периодом наблюдения, что не исключает возникновения рецидива межпозвонковых грыж в более поздние сроки. Также к концу исследования для оценки результатов хирургического вмешательства были доступны 92,9 % человек из подгруппы IIa и 88,2 % – подгруппы IIb.

**Заключение**

Семь параметров (клинические и радиологические) являются значимыми предикторами результатов микродискэктомии: ИМТ, курение, высота межпозвонкового диска, сагиттальный сегментарный объем движений, поясничный лордоз, тип межпозвонковой грыжи и стадия дегенерации межпозвонкового диска по Pfirrmann III. Предложенная система прогноза, основанная на данных параметрах, может быть использована как инструмент для определения хирургической тактики лечения пациентов, направленной на снижение частоты реопераций.

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

**Литература/References**

1. Meredith DS, Huang RC, Nguyen J, Lyman S. Obesity increases the risk of recurrent herniated nucleus pulposus after lumbar microdiscectomy. Spine J. 2010;10:575–580. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.02.021.
2. McGirt MJ, Ambrossi GL, Dato G, Sciubba DM, Witham TF, Wolinsky JP, Gokaslan ZL, Bydon A. Recurrent disc herniation and long-term back pain after primary lumbar discectomy: review of outcomes reported for limited

- versus aggressive disc removal. *Neurosurgery*. 2009;64:338–344. DOI: 10.1227/01.NEU.0000337574.58662.E2.
3. **Swartz KR, Trost GR.** Recurrent lumbar disc herniation. *Neurosurg Focus*. 2003;15:E10.
  4. **Kim KT, Park SW, Kim YB.** Disc height and segmental motion as risk factors for recurrent lumbar disc herniation. *Spine*. 2009;34:2674–2678. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b4aaac.
  5. **Camino Willhuber G, Kido G, Mereles M, Bassani J, Petracchi M, Elizondo C, Gruenberg M, Sola C.** Factors associated with lumbar disc hernia recurrence after microdiscectomy. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2017;6:397–403. DOI: 10.1016/j.recot.2017.07.002.
  6. **Kraemer R, Wild A, Haak H, Herdmann J, Krauspe R, Kraemer J.** Classification and management of early complications in open lumbar microdiscectomy. *Eur Spine J*. 2003;12:239–246. DOI: 10.1007/s00586-002-0466-y.
  7. **Osterman H, Sund R, Seitsalo S, Keskimaki I.** Risk of multiple reoperations after lumbar discectomy: a population-based study. *Spine*. 2003;28:621–627. DOI: 10.1097/01.BRS.0000049908.15854.ED.
  8. **Kim KT, Lee DH, Cho DC, Sung JK, Kim YB.** Preoperative risk factors for recurrent lumbar disc herniation in L5–S1. *J Spinal Disord Tech*. 2014;28:E571–E577. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000041.
  9. **McGirt MJ, Eustacchio S, Varga P, Vilendecic M, Trummer M, Gorenssek M, Ledic D, Carragee EJ.** A prospective cohort study of close interval computed tomography and magnetic resonance imaging after primary lumbar discectomy: factors associated with recurrent disc herniation and disc height loss. *Spine*. 2009;34:2044–2051. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b34a9a.
  10. **Huang W, Han Z, Liu J, Yu L, Yu X.** Risk factors for recurrent lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e2378. DOI: 10.1097/MD.0000000000002378.
  11. **Yurac R, Zamorano JJ, Lira F, Valiente D, Ballesteros V, Urzua A.** Risk factors for the need of surgical treatment of a first recurrent lumbar disc herniation. *Eur Spine J*. 2016;25:1403–1408. DOI: 10.1007/s00586-015-4272-8.
  12. **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.
  13. **Москалев А.В., Гладких В.С., Альшевская А.А., Ковалевский А.П., Саханенко А.И., Орлов К.Ю., Коновалов Н.А., Крутько А.В.** Доказательная медицина: возможность использования метода подбора больных по индексу соответствия (PSM) для устранения систематической ошибки отбора в ретроспективных нейрохирургических исследованиях // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2018. Т. 82. № 1. С. 52–58. [Moskalev AV, Gladkikh VS, Al'shevskaya AA, Kovalevskiy AP, Sakhanenko AI, Orlov KYu, Konovalev NA, Krut'ko AV. Evidence-based medicine: opportunities of the Propensity Score Matching (PSM) method in eliminating selection bias in retrospective neurosurgical studies. *Zh Vopr Neurokhir Im NN Burdenko*. 2018;82(1):52–58. In Russian]. DOI: 10.17116/Neiro201882152-58.
  14. **Core R Team.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018. [Electronic resource]. URL: www.R-project.org.
  15. **Ahmedi SA, Burkert IP, Steiger HJ, Eicker SO.** Multidimensional long-term outcome analysis after single-level lumbar microdiscectomy: a retrospective single-centre study. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28:189–196. DOI: 10.1007/s00590-017-2043-4.
  16. **Yao Y, Liu H, Zhang H, Wang H, Zhang Z, Zheng Y, Tang Y, Zhou Y.** Risk factors for the recurrent herniation after microendoscopic discectomy. *World Neurosurg*. 2016;95:451–455. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.08.071.
  17. **Ikuta K, Tarukado K, Masuda K.** Characterization and risk factor analysis for recurrence following microendoscopic discectomy for lumbar disc herniation. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. 2017;78:154–160. DOI: 10.1055/s-0036-1592161.
  18. **Atlas SJ, Keller RB, Wu YA, Deyo RA, Singer DE.** Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of sciatica secondary to a lumbar disc herniation: 10 year results from the Maine Lumbar Spine Study. *Spine*. 2005;30:927–935. DOI: 10.1097/01.brs.0000158954.68522.2a.
  19. **Wang H, Zhou Y, Li C, Liu J, Xiang L.** Risk factors for failure of single-level percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *J Neurosurg Spine*. 2015;23:320–325. DOI: 10.3171/2014.10.SPINE1442.
  20. **Kim KT, Lee DH, Cho D, Sung J, Kim Y.** Preoperative risk factors for recurrent lumbar disc herniation in L5–S1. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28:E571–E577. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000041.
  21. **Cinotti G, Roysam GS, Eisenstein SM, Postacchini F.** Ipsilateral recurrent lumbar disc herniation. A prospective, controlled study. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80:825–832. DOI: 10.1302/0301-620X.80B5.0800825.
  22. **Dora C, Schmid M, Elfering A, Zanetti M, Hodler J, Boos N.** Lumbar disc herniation: do MR imaging findings predict recurrence after surgical discectomy? *Radiology*. 2005;235:562–567. DOI: 10.1148/radiol.2352040624.
  23. **Ergun T, Lakadamyali H, Sahin MS.** The relation between sagittal morphology of the lumbosacral spine and the degree of lumbar intervertebral disc degeneration. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010;44:293–299. DOI: 10.3944/AOTT.2010.2375.
  24. **Morgan-Hough CV, Jones PW, Eisenstein SM.** Primary and revision lumbar discectomy. A 16-year review from one centre. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85:871–874. DOI: 10.1302/0301-620X.85B6.13626.
  25. **Carragee EJ, Han MY, Suen PW, Kim D.** Clinical outcomes after lumbar discectomy for sciatica: the effects of fragment type and anular competence. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85:102–108. DOI: 10.2106/00004623-200301000-00016.

**Адрес для переписки:**

Байков Евгений Сергеевич  
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,  
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии  
им. Я.Л. Цивьяна,  
Evgen-bajk@mail.ru

**Address correspondence to:**

Baikov Evgeny Sergejevich  
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics  
n.a. Ya.L. Tsivyan,  
Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia,  
Evgen-bajk@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 27.05.2019*

*Рецензирование пройдено 25.01.2020*

*Подписано в печать 27.01.2020*

*Received 27.05.2019*

*Review completed 25.01.2020*

*Passed for printing 27.01.2020*

Евгений Сергеевич Байков, канд. мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии № 2, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-4430-700X, Evgen-bajjk@mail.ru;  
Александр Владимирович Крутько, д-р мед. наук, начальник отдела нейровертебрологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-2570-3066, AKrutko@niito.ru;  
Виталий Леонидович Лукинов, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией численного анализа стохастических дифференциальных уравнений, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Россия, 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6; доцент кафедры телекоммуникационных сетей и вычислительных средств, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Россия, 630102, Новосибирск, ул. Кирова, 86, ORCID: 0000-0002-3411-508X, vitaliy.lukinov@gmail.com;  
Абдугафур Джабборович Сангинов, канд. мед. наук, нейрохирургическое отделение № 2, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-4744-4077, Dr.sanginov@gmail.com;  
Ольга Николаевна Леонова, канд. мед. наук, научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID 0000-0002-9916-3947, onleonova@gmail.com.

Evgeny Sergeevich Baikov, MD, PhD, Head of the Neurosurgical Department No. 2, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiuyan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-4430-700X, Evgen-bajjk@mail.ru;  
Aleksandr Vladimirovich Krutko, DMSc, Head of the Department of Neurovertebrology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiuyan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-2570-3066, AKrutko@niito.ru;  
Vitaliy Leonidovich Lukinov, PhD in Physics and Mathematics, senior researcher, Head of the Laboratory of numerical analysis of stochastic differential equations, Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Academica Lavrent'eva prospect, 6, Novosibirsk, 630090, Russia; Associate professor of the Chair of telecommunication networks and computing facilities, Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences, Kirova str, 86, Novosibirsk, 630102, Russia, ORCID: 0000-0002-3411-508X, vitaliy.lukinov@gmail.com;  
Abdugafur Jabborovich Sanginov, MD, PhD, Neurosurgical Department No. 2, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiuyan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-4744-4077, Dr.sanginov@gmail.com;  
Olga Nikolayevna Leonova, MD, PhD, researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiuyan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID 0000-0002-9916-3947, onleonova@gmail.com.