



# ПЕРКУТАННОЕ ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ ТРАНСФОРАМИНАЛЬНОЕ И ИНТЕРЛАМИНАРНОЕ УДАЛЕНИЕ ГРЫЖ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА С КРАНИАЛЬНОЙ МИГРАЦИЕЙ

А.М. Мереджи<sup>1,2</sup>, А.Ю. Орлов<sup>1</sup>, А.С. Назаров<sup>1</sup>, Ю.В. Беляков<sup>1</sup>, Т.В. Лалаян<sup>2</sup>, С.Б. Сингаевский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт  
им. проф. А.Л. Поленова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Многопрофильная клиника им. Н.И. Пирогова, Санкт-Петербург, Россия

**Цель исследования.** Оценка клинических результатов, безопасности и технических особенностей перкутанного эндоскопического трансфораминального и интерламинарного удаления грыж поясничного отдела позвоночника с краниальной миграцией.

**Материал и методы.** В 2015–2018 гг. перкутанное эндоскопическое трансфораминальное и интерламинарное удаление краниально мигрировавших грыж поясничного отдела позвоночника выполнено 53 пациентам (23 мужчинам и 30 женщинам): на уровне L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub> – 2 (3,8 %), L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> – 13 (24,5 %), L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> – 18 (34,0 %), L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> – 20 (37,7 %). Возраст больных варьировал от 25 до 76 лет и в среднем составил 43,4 ± 11,6 года. Трансфораминальный доступ выполняли на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> и выше (62,3 % случаев), интерламинарный доступ – на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> (37,7 %). На основании МРТ грыжи с краниальной миграцией разделены на зоны: I – грыжи с миграцией до нижнего края ножки вышележащего позвонка – 21 (39,6 %) пациент; II – грыжи с миграцией выше этой границы – 32 (60,4 %). Для оценки результатов использовали ODI, ВАШ и шкалу McNab. Статистический анализ показателей ВАШ (боль в ноге и спине), ODI до и после операции в динамике производили с помощью программ R и Microsoft Excel 2007.

**Результаты.** Сбор данных проводили на основании анкетирования пациентов при очном осмотре, телефонных опросах и средствами электронной связи. Катамнестические данные разных сроков отслежены у всех пациентов. В одном случае на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> (при освоении данной технологии) вторым этапом выполнили микродискэктомиию в связи с остаточным фрагментом грыжи в зоне II миграции, в другом случае у пациента, принимающего антикоагулянты, на уровне L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> с грыжей в зоне II – конверсию в микродискэктомиию из-за отсутствия контроля венозного кровотока. У остальных пациентов средние показатели выраженности предоперационной корешковой и аксиальной боли по ВАШ уменьшились с 7,5 ± 1,4 и 3,8 ± 1,2 балла до 1,4 ± 1,2 и 3,5 ± 1,3 на следующий день, до 1,7 ± 1,4 и 3,2 ± 1,1 через 1 мес., до 1,5 ± 1,3 и 2,8 ± 1,4 через 6 мес., до 1,6 ± 1,2 и 2,0 ± 1,3 через 12 мес. и до 1,6 ± 1,2 и 2,0 ± 1,3 через 24 мес. после операции. В отдаленном периоде радикальную боль в ноге не наблюдали ни у одного пациента. По шкале McNab в срок до 6 мес. результаты лечения как отличные оценили 19 (35,8 %) пациентов, хорошие – 32 (60,3 %). В случае боли в поясничном отделе в отдаленном периоде выполняли блокады фасеточных суставов и радиочастотную абляцию медиальной ветви. Рецидивов грыж и нестабильности оперированного позвоночно-двигательного сегмента не выявлено. Среднее значение ODI улучшилось с 66,4 ± 7,2 до 20,5 ± 3,2 через 1 мес., до 13,6 ± 2,1 через 6 мес., до 12,4 ± 2,3 через 12 мес. и до 12,4 ± 2,3 через 24 мес. после операции.

**Заключение.** Перкутанное эндоскопическое трансфораминальное и интерламинарное удаление грыж поясничного отдела позвоночника с краниальной миграцией при соблюдении таргетности хирургической техники и критериев исключения является безопасным и эффективным методом, позволяет избежать чрезмерной резекции костно-связочных структур позвоночника, может предупредить ятрогенную нестабильность позвоночно-двигательного сегмента, способствует ранней послеоперационной активизации и восстановлению пациента, грыжи с краниальной миграцией обладают низкой вероятностью рецидивирования.

**Ключевые слова:** эндоскопическое трансфораминальное и интерламинарное удаление грыж с краниальной миграцией.

**Для цитирования:** Мереджи А.М., Орлов А.Ю., Назаров А.С., Беляков Ю.В., Лалаян Т.В., Сингаевский С.Б. Перкутанное эндоскопическое трансфораминальное и интерламинарное удаление грыж поясничного отдела позвоночника с краниальной миграцией // Хирургия позвоночника. 2020. Т. 17. № 3. С. 81–90. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.3.81-90>.

## PERCUTANEOUS ENDOSCOPIC TRANSFORAMINAL AND INTERLAMINAR LUMBAR DISCECTOMY FOR CRANIALLY MIGRATED DISC HERNIA

A.M. Meredzhi<sup>1,2</sup>, A.Yu. Orlov<sup>1</sup>, A.S. Nazarov<sup>1</sup>, Yu.V. Belyakov<sup>1</sup>, T.V. Lalayan<sup>2</sup>, S.B. Singaevskiy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Polenov Neurosurgical Research Institute, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Multidisciplinary Clinic n.a. N.I. Pirogov, Saint Petersburg, Russia

**Objective.** To evaluate clinical outcomes, safety, and technical peculiarities of percutaneous endoscopic transforaminal and interlaminar removal of the lumbar spine cranially migrated disc hernias.

**Material and Methods.** In 2015–2018, percutaneous endoscopic transforaminal and interlaminar removal of cranially migrated hernias of the lumbar spine was performed in 53 patients (23 men and 30 women): 2 (3.8 %) at L2–L3 level, 13 (24.5 %) at L3–L4, 18 (34.0 %) at L4–L5, and 20 (37.7 %) at L5–S1. The age of patients ranged from 25 to 76 years and averaged  $43.4 \pm 11.6$  years. Transforaminal approach was performed at the L4–L5 level and higher (62.3 % of cases), and interlaminar approach — at the L5–S1 level (37.7 %). Based on MRI, hernias with cranial migration were divided into zones: zone I — hernias with migration to the lower edge of the superjacent vertebra pedicle — 21 (39.6 %) patients; and zone II — hernias with migration above this border — 32 (60.4 %). Results were evaluated using ODI, VAS, and the McNab scale. Statistical analysis of VAS indicators (leg and back pain) and ODI scores before and after surgery was performed using the R and Microsoft Excel 2007 software.

**Results.** Data collection was carried out using patient questionnaires at in-person examination, telephone interviews and electronic communications. Follow-up data of different terms were monitored in all patients. In one case (when mastering this technology), at the second stage, microdiscectomy was performed at the L4–L5 level for a residual hernia fragment in migration zone II, and in another case, a conversion into microdiscectomy was performed at L3–L4 level with a hernia in zone II due to lack of venous bleeding control in a patient receiving anticoagulants. In other patients, the mean VAS scores of preoperative radicular and axial pain decreased from  $7.5 \pm 1.4$  and  $3.8 \pm 1.2$  to  $1.4 \pm 1.2$  and  $3.5 \pm 1.3$ , respectively, on the next day, to  $1.7 \pm 1.4$  and  $3.2 \pm 1.1$  in 1 month, to  $1.5 \pm 1.3$  and  $2.8 \pm 1.4$  in 6 months, to  $1.6 \pm 1.2$  and  $2.0 \pm 1.3$  in 12 months, and to  $1.6 \pm 1.2$  and  $2.0 \pm 1.3$  in 24 months after surgery. In the long-term follow-up period, no radicular leg pain was observed in any patient. According to the McNab scale, up to 6 months treatment results were assessed as excellent by 19 (35.8 %) patients, and as good — by 32 (60.3 %). In the case of lumbar pain in the long term period, blockade of facet joints and radio-frequency ablation of the medial nerve branch were performed. Relapse of hernias and instability of the operated spinal segment were not revealed. The average ODI score improved from  $66.4 \pm 7.2$  to  $20.5 \pm 3.2$  in 1 month, to  $13.6 \pm 2.1$  in 6 months, to  $12.4 \pm 2.3$  in 12 months, and to  $12.4 \pm 2.3$  in 24 months after surgery.

**Conclusion.** Percutaneous endoscopic transforaminal and interlaminar discectomy for cranially migrated lumbar disc hernia, while adhering the surgical technique target and exclusion criteria, is a safe and effective method, avoids excessive resection of the bone-ligamentous structures of the spine, can prevent iatrogenic instability of the spinal motion segment, and promotes early postoperative activation and recovery of the patient. Cranially migrated disc hernias have a low probability of recurrence.

**Key Words:** percutaneous endoscopic transforaminal and interlaminar cranially migrated lumbar hernia discectomy.

Please cite this paper as: Meredzhi AM, Orlov AY, Nazarov AS, Belyakov YuV, Lalayan TV, Singaevskiy SB. Percutaneous endoscopic transforaminal and interlaminar lumbar discectomy for cranially migrated disc hernia. *Hir. Pozvonoc.* 2020;17(3):81–90. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.3.81-90>.

Стандартное микрохирургическое вмешательство при грыжах поясничного отдела позвоночника с краниальной миграцией осуществляется из интерламинарного доступа, что нередко требует значительной резекции межсуставной части дужки позвонка и фасеточного сустава, особенно в верхних позвоночно-двигательных сегментах [1, 2]. Такая резекция может быть причиной сегментарной нестабильности позвоночно-двигательного сегмента и локальной вертеброгенной боли в спине [3–5]. Перкутаные эндоскопические операции позволяют удалять подобные грыжи из трансфораминального и интерламинарного доступов [6–8]. В 1951 г. Hult [9] впервые ввел понятие не прямой декомпрессии позвоночного канала путем нуклеотомии через переднебоковой внебрюшинный доступ. В истинном смысле минимально-инвазивной спинальной хирургией начал заниматься Smith в 1963 г., он

использовал внутрискрепное введение химопапаина из заднебокового доступа. Воодушевленный результатами хемонуклеозиса в начале 1970-х гг. Kambin [10] инициировал исследование возможности не прямой декомпрессии позвоночного канала с помощью нуклеотомии из заднебокового доступа, используя канюлю Крейга. Впервые чрескожную дискэктомию описали Hijikata et al. [11] в 1975 г. С того времени были усовершенствованы, разработаны и внедрены новые доступы и техники перкутанной эндоскопической трансфораминальной дискэктомии [6, 12–15].

В настоящее время перкутанная эндоскопическая трансфораминальная поясничная дискэктомия рассматривается как альтернатива традиционной микродискэктомии с некоторыми преимуществами, связанными с минимальной инвазивностью и возможностью применения в рамках хирургии одного дня [14,

16–18]. Концепция трансфораминальной хирургии претерпела изменения от внутрискрепной декомпрессии до интраканального эпидуроскопического таргетного удаления фрагментов грыжи, в особенности в случаях мигрировавших грыж диска [13, 14, 16, 19–21]. Другие исследователи описали перкутанное эндоскопическое удаление грыж высокой степени миграции из интерламинарного доступа [22]. Авторы нашли в таком доступе преимущества в виде отсутствия рисков повреждения выходящего корешка и возможности удаления грыжевых фрагментов высокой степени миграции. Именно миграция грыжевого секвестра является основной причиной неудач при эндоскопической поясничной дискэктомии. Нужно отметить, что вся трансфораминальная хирургия грыж межпозвонковых дисков проходит через треугольник безопасности, описанный Kambin [10], а позднее названный его

именем. Трансфораминальная дискэктомия имеет особенности в зависимости от расположения относительно диска и позвоночного канала, направления и степени миграции секвестра грыжи, сопутствующих стенотических изменений, так как основной принцип данной хирургии – таргетность. На основании данных МРТ ряд авторов [14–16, 19] предложил анатомические классификации расположения грыжи по отношению к уровню диска, межпозвонковому отверстию и ножке позвонка. Учет этих особенностей и таргетность, на наш взгляд, имеют решающее значение в успехе эндоскопических трансфораминальных и интерламинарных доступов.

Цель исследования – оценка клинических результатов, безопасности и технических особенностей перкутанного эндоскопического трансфораминального и интерламинарного удаления грыж поясничного отдела позвоночника с краниальной миграцией.

## Материал и методы

В 2015–2018 гг. перкутанное эндоскопическое трансфораминальное и интерламинарное удаление краниально мигрировавших грыж поясничного отдела позвоночника выполнено 53 пациентам (23 мужчинам, 30 женщинам): на уровне L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub> – 2 (3,8 %) наблюдения, L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> – 13 (24,5 %), L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> – 18 (34,0 %), L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> – 20 (37,7 %). Возраст больных варьировал от 25 до 76 лет и в среднем составил 43,4 ± 11,6 года. Трансфораминальный доступ выполняли на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> и выше, интерламинарный – на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>. Перед операцией всем пациентам проведена МРТ, на основании которой грыжи с краниальной миграцией разделены на зоны миграции: I – грыжи с миграцией до нижнего края ножки вышележащего позвонка – 21 (39,6 %) пациент; II – грыжи с миграцией выше этой границы – 32 (60,4 %).

Критерии включения в данное исследование: грыжи указанной локализации, ипсилатеральная компрессия

выходящего спинно-мозгового корешка с радикулярной болью в ноге и/или очаговой неврологической симптоматикой в виде онемения и слабости в ноге различной степени выраженности, соответствующей уровню компрессии корешка, при условии отсутствия эффекта от консервативной терапии.

Критерии исключения: значительное сужение межпозвонкового отверстия, препятствующее безопасной для выходящего корешка установке рабочей канюли в области ножки позвонка и фораминального отверстия, особенно грыжи зоны II миграции; полная срединная секвестрация грыжи (чаще клинически не значимы); сопутствующий выраженный стеноз позвоночного канала.

Во время оперативного вмешательства использовали вмешательство использовали рентгеновский аппарат «С-дуга» (Philips BV Endura), спинальный эндоскоп системы Vertebris (Richard Wolf) с рабочим каналом 4,1 мм и спинальный микробор с изгибаемым концом CombiDrive (Richard Wolf).

Для оценки результатов хирургического лечения использовали ODI, ВАШ и шкалу McNab. Данные оценивали перед операцией, на следующий день, через 1, 6, 12 и 24 мес. после операции. Статистический анализ показателей ВАШ (боль в ноге), ВАШ (боль в спине), ODI до и после операции в динамике производили с помощью программы R (функция t. test пакета stats с параметрами: двусторонний тест, зависимые выборки, доверительная вероятность 0,95; равные дисперсии для ВАШ (боль в ноге), ВАШ (боль в спине) и неравные – для ODI) и Microsoft Excel 2007.

**Техника операции.** Операции проходили в условиях общего обезболивания, в положении больного на животе с рентген-навигацией в прямой и боковой проекциях. Точку входа для трансфораминального доступа, предварительно рассчитанную на МРТ-срезах в формате Dicom, отмечали на боковой стенке живота под рентгеном в боковой проекции. В прямой проекции отмечали линию,

параллельную замыкательной пластине нижнего позвонка. На месте их пересечения делали разрез 0,7 см. В зависимости от конституции пациента точка отступа от срединной линии может значительно различаться. На уровнях L<sub>1</sub>–L<sub>2</sub> и L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub> производили более медиальный, заднебоковой доступ из-за риска повреждения внутренних органов [23]. На уровнях L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> и ниже оптимальным является выполнение более латерального доступа, так как это создает благоприятные условия для интраканального введения рабочей канюли, без попадания в диск [13].

Иглу 18G под контролем С-дуги направляли до контакта с нижним краем фиброзного кольца или верхней замыкательной пластиной. Оптимально и максимально безопасно располагали кончик иглы на пересечении медиальной педикулярной линии и нижнего края межпозвонкового диска в прямой проекции и заднего края верхней замыкательной пластинки в латеральном флюороскопическом изображении. После чего последовательно вводили проводник, дилатор и рабочую канюлю скошенным концом к выходящему корешку до соприкосновения с фиброзным кольцом. Особенностью установки рабочей канюли при грыжах с краниальной миграцией является ее расположение к сагиттальной плоскости с учетом необходимости ее дальнейшего краниального смещения. Далее вводили эндоскоп и подключали помпу с физиологическим раствором. После осмотра структур фораминального отверстия препарировали ткани с помощью биполярного электрода и удаляли фораминальные связки и избытки жировой ткани, поэтапно смещая кончик рабочей канюли в краниальном направлении, до обнаружения выходящего корешка. Четкая визуализация выходящего корешка является одним из важных этапов операции, и здесь нужно быть предельно осторожным, так как ишемизированный спинно-мозговой корешок может выглядеть бледноватым и напоминать саму грыжу диска. После этого при медиокраниальном препариро-



вании обнаруживали и удаляли грыжевой секвестр (рис. 1). При необходимости, особенно в условиях суженной форамины и миграции секвестра в область зоны II, выполняли резекцию медиальной фасетки и желтой связки, что открывало дополнительный обзор аксиллярной области выходящего корешка. У части пациентов с узким межпозвоночным отверстием выполняли экстрафораминальный доступ – расположение рабочей гильзы максимально близко к верхнему краю ножки позвонка без входа в фораминальное отверстие, чтобы предупредить травму выходящего корешка. В наблюдениях с индексом высоты диска  $\geq 0,35$ , по данным Belykh et al. [24], и соответственно повышенной вероятностью рецидивирования грыжи дополнительно вскрывали фиброзное кольцо в зоне треугольника Kabmin для удаления внутридисковой части дегенерированного пульпозного ядра, не расширяя дефект в фиброзном кольце в области разрыва. Во время операции осуществляли периодический рентгенологический контроль положения микроинструментов (рис. 2).

Интерламинарный доступ на уровне  $L_5-S_1$  также выполняли в положении пациента на животе под рентгенологическим контролем. После предварительной маркировки разрез кожи 0,7 см производили паравертебрально, в проекции интерламинарного окна. Последовательно перпендикулярно устанавливали дилататор и рабочую канюлю к латеральному краю междужкового промежутка. Особенностью интерламинарного доступа при краниально мигрировавших грыжах является планирование кожного разреза с учетом необходимости краниального продвижения рабочей гильзы, как было описано ранее [25]. Это увеличивает мобильность рабочей канюли внутри позвоночного канала (рис. 3, 4). После удаления дилататора операцию проводили под визуальным контролем эндоскопа и при постоянной ирригации физиологическим раствором. С помощью специально-го перфоратора вскрывали желтую



Рис. 1

Вид в эндоскопической камере после удаления грыжи, правая сторона: *a* – дуральный мешок, *b* – выходящий корешок, *c* – axilla, *d* – диск



Рис. 2

Контроль положения рабочей канюли и микроинструмента во время удаления грыжи

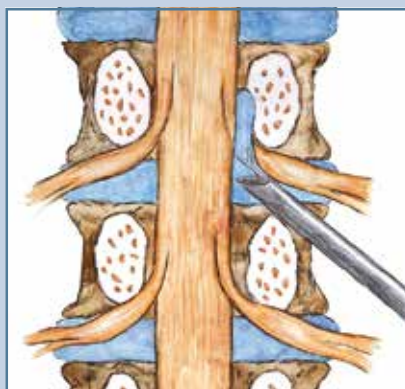


Рис. 3

Схематическое изображение положения рабочей канюли и инструмента



Рис. 4

Мобильность рабочей канюли в позвоночном канале  $L_5-S_1$  при интерламинарном доступе

связку и минимально ее резецировали. Рабочая канюля, расширяя дефект в желтой связке, проникала в позвоночный канал и далее использовалась в качестве корешкового ретрактора. Корешок и дуральный мешок обнажали, после их небольшой медиальной тракции визуализировали грыжу и удаляли с помощью микроконхотома под постоянным визуальным контролем эндоскопа. При необходимости производили частичную резекцию нижнего края дужки  $L_5$  позвонка микробором. Вмешательство проводи-

ли под постоянной ирригацией физиологическим раствором. Радиочастотный коагулятор использовали для препарирования тканей и гемостаза.

## Результаты

Данные брали из карт пациентов, в которых отражены сведения, полученные при очном осмотре, телефонных опросах и средствами электронной связи. Катамнестические данные отслежены у всех пациентов. В одном (1,9%) случае на уровне  $L_4-L_5$

при освоении данной технологии вторым этапом выполнили микродискэктомию в связи с остаточным фрагментом грыжи в зоне II миграции; в одном (1,9 %) случае на уровне L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> с грыжей в зоне II миграции – конверсию в микродискэктомию из-за отсутствия контроля венозного кровотечения у пациента с приемом антикоагулянтов. У остальных пациентов средние показатели выраженности предоперационной корешковой и аксиальной боли по ВАШ уменьшились с 7,5 ± 1,4 и 3,8 ± 1,2 балла до 1,4 ± 1,2 (в среднем на 5,9 балла, 95 % ДИ: от 5,4 до 6,3; t = 26,86; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) и 3,5 ± 1,3 (в среднем на 0,6 балла, 95 % ДИ: от 0,1 до 1,0; t = 2,349; p = 0,0228) на следующий день, до 1,7 ± 1,4 (в среднем на 5,7 балла, 95 % ДИ: от 5,2 до 6,2; t = 22,82; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) и 3,2 ± 1,1 (в среднем на 0,8 балла, 95 % ДИ: от 0,3 до 1,3; t = 3,444; p = 0,001168) через 1 мес., до 1,5 ± 1,3 (в среднем на 6,0 балла, 95 % ДИ: от 5,5 до 6,4; t = 25,07; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) и 2,8 ± 1,4 (в среднем на 1,1 балла, 95 % ДИ: от 0,7 до 1,6; t = 4,717; p = 1,958 × 10<sup>-5</sup>) через 6 мес., 1,6 ± 1,2 (в среднем на 5,9 балла, 95 % ДИ: от 5,4 до 6,4; t = 25,31; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) и 2,0 ± 1,3 (в среднем на 1,9 балла, 95 % ДИ: от 1,4 до 2,4; t = 7,5602; p = 8,008 × 10<sup>-10</sup>) через 12 мес. и 1,6 ± 1,2 (в среднем на 5,9 балла, 95 % ДИ: от 5,4 до 6,4; t = 25,31; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) и 2,0 ± 1,3 (в среднем на 1,9 балла, 95 % ДИ: от 1,4 до 2,4; t = 7,5602; p = 8,008 × 10<sup>-10</sup>) через 24 мес. после операции соответственно (рис. 5). В отдаленном периоде радикулярной боли в ноге не наблюдалось ни у одного пациента. По шкале McNab в срок до 12 мес. результаты лечения на «отлично» оценили 19 (35,8 %) пациентов, «хорошо» – 32 (60,3%). В случае боли в поясничном отделе в отдаленном периоде выполняли блокады фасеточных суставов и радиочастотную абляцию медиальной ветви. Рецидивов грыж и нестабильности оперированного позвоночно-двигательного сегмента не выявлено. Можно отметить, что грыжи такой локализации обладают низкой вероятностью

рецидивирования. У пациентов данной группы не наблюдали повреждений твердой мозговой оболочки, внутренних органов во время доступа и инфекций. Транзиторные сенсорные и двигательные расстройства возникли в двух (3,8 %) случаях с регрессом в течение 3 мес., в одном (1,9 %) случае в зоне иннервации выходящего корешка на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> и в одном (1,9 %) случае проходящего корешка на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>.

Среднее значение ODI улучшилось с 66,4 ± 7,2 до 20,5 ± 3,2 (в среднем на 46,5 балла, 95 % ДИ: от 44,3 до 48,7; t = 43,003; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) через 1 мес., до 13,6 ± 2,1 (в среднем на 52,8 балла, 95 % ДИ: от 50,6 до 55,0; t = 48,96; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) через 6 мес., до 12,4 ± 2,3 (в среднем на 54,3 балла, 95 % ДИ: от 52,0 до 56,6; t = 47,83; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) через 12 мес. и до 12,4 ± 2,3 (в среднем на 54,3 балла, 95 % ДИ: от 52,0 до 56,6; t = 47,83; p < 2,2 × 10<sup>-16</sup>) через 24 мес. после операции соответственно (рис. 5).

Все пациенты подтвердили согласие на проведение подобной опера-

ции при необходимости. Как правило, через 2–3 ч пациентов активизировали в пределах палаты, а на следующий день после операции либо даже в день операции они покидали стационар. Средний срок госпитализации составил 18,0 ± 1,4 ч (от 8 до 24 ч). ЛФК назначали только в случае очаговой неврологической симптоматики. На МРТ-снимках после операции можно отметить отсутствие признаков эпидурального фиброза, а также интрамультикулярного фиброза по ходу доступа, сохранность желтой связки и фасеточного сустава (рис. 6, 7).

## Обсуждение

Перкутанная эндоскопическая поясничная дискэктомию позволяет достичь сопоставимых результатов с микродискэктомией, но имеет ряд преимуществ в виде минимальной инвазивности, сохранения нормальной анатомии, более ранней реабилитации, сокращения времени пребывания в стационаре и выхода на работу [17, 26]. Миграция фрагмента диска

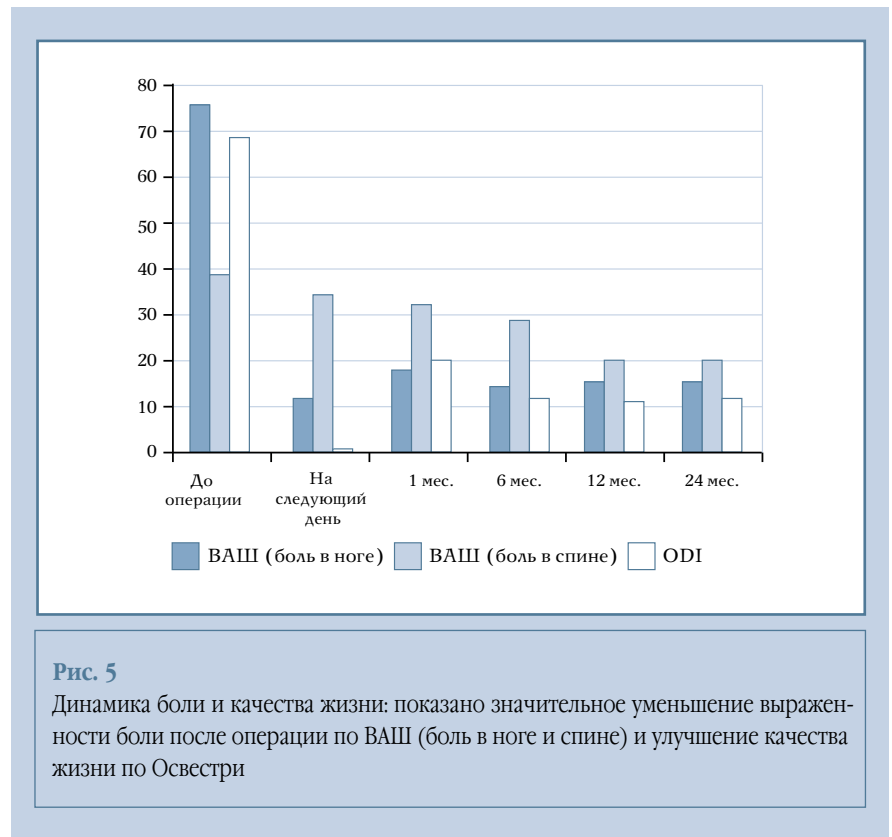


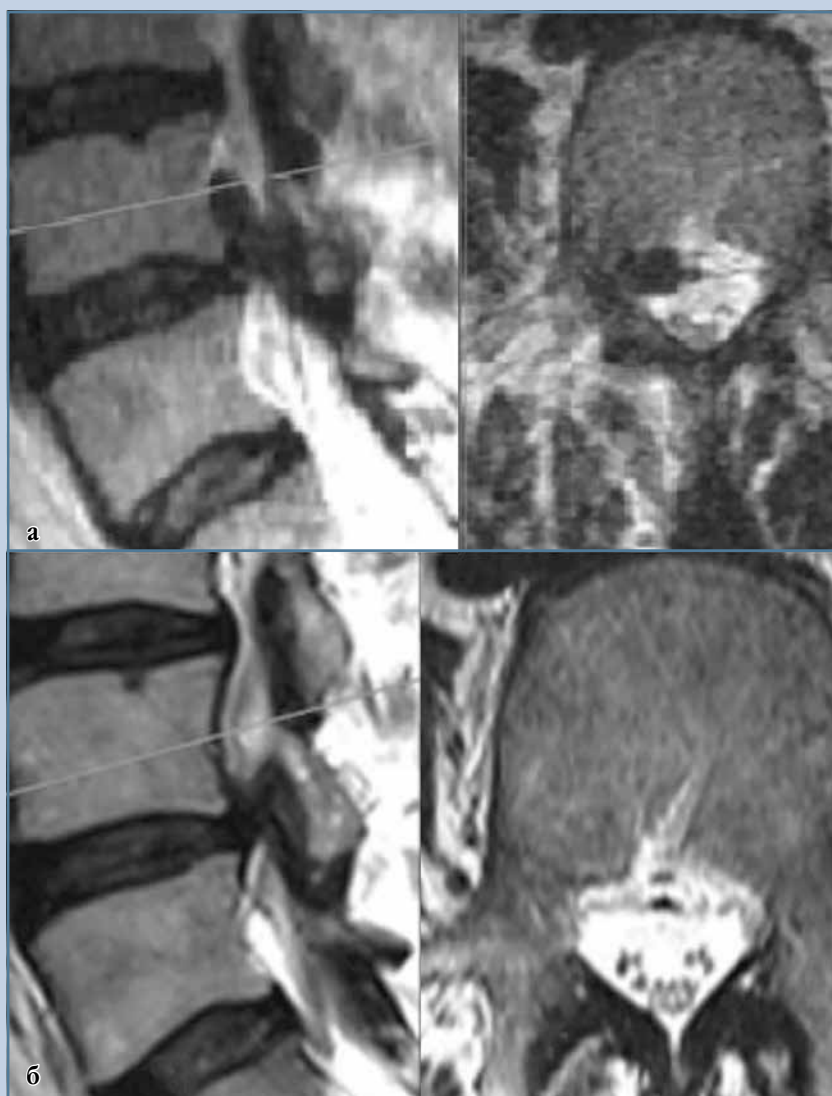
Рис. 5

Динамика боли и качества жизни: показано значительное уменьшение выраженности боли после операции по ВАШ (боль в ноге и спине) и улучшение качества жизни по Освестри

происходит в 35–72 % случаев [27, 28]. Традиционное удаление краниально мигрировавших фрагментов может потребовать значительной резекции межсуставной части дужки позвонка и фасеточного сустава, особенно в верхних позвоночно-двигательных сегментах [1, 2]. Такая резекция может быть причиной сегментарной нестабильности и локальной вертеброгенной боли в спине. Перкутанное эндоскопическое удаление мигриро-

вавших грыж сохраняет целостность костно-связочных структур, но является технически более сложной задачей, результаты часто зависят от опыта хирурга, а сохранение остаточных фрагментов является одной из частых причин неудач данной операции [29]. Для усовершенствования доступов к таким грыжам предложены различные модификации хирургической техники [14, 16, 19–22, 30]. Lee et al. [19] в 2007 г. впервые классифициро-

вали поясничные грыжи с миграцией на зоны в зависимости от направления и степени миграции. В частности, грыжи с краниальной миграцией были разделены на грыжи дальней и ближней миграции. К первой зоне отнесены грыжи, мигрировавшие до нижнего края ножки вышележащего позвонка, ко второй – грыжи, располагающиеся от нижнего края позвонка до границы, находящейся ниже 3 мм нижнего края ножки позвонка. Одним из недостатков этой классификации, по нашему мнению, является отсутствие в ней грыж, располагающихся выше нижнего края ножки позвонка. Это было учтено Ahn et al. [21], а в последующем и другими авторами: выделена третья степень миграции – крайне дальняя, в которую включены грыжи, находящиеся выше нижнего края ножки позвонка. Все же, по нашему мнению, оптимальным с тактической точки зрения и простым в практическом использовании является разделение грыж с миграцией на две зоны: до нижнего края ножки позвонка (зона I + II по Lee) и выше этой зоны (зона III по Ahn). Это связано с тем, что грыжи в зоне I по Lee et al., по нашему опыту, не дают значимой механической компрессии выходящего корешка, чаще хорошо лечатся консервативно (например, трансфораминальной эпидуральной инъекцией стероидов) и не требуют операции. Корешковая боль в таких ситуациях, как правило, связана с воспалительной реакцией вокруг корешка. Lee et al. [19] также предложили хирургическую тактику в зависимости от зоны миграции: техника half-and-half и эндоскопическая техника для зон II и I миграции соответственно. Технику half-and-half мы использовали только при грыжах с каудальной миграцией. В случаях грыж с краниальной миграцией применяли эндоскопическую технику, при которой конец скошенной канюли не проникает в дисковое пространство, поэтапно смещается в краниальном направлении, до обнаружения выходящего корешка и грыжи. А в наблюдениях с индексом высоты диска  $\geq 0,35$ , по данным Belykh et al.



**Рис. 6**

МРТ до (а) и после (б) операции: грыжа L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> справа с краниальной миграцией в зону II, в аксиллярную область выходящего корешка; эндоскопическое удаление из трансфораминального доступа



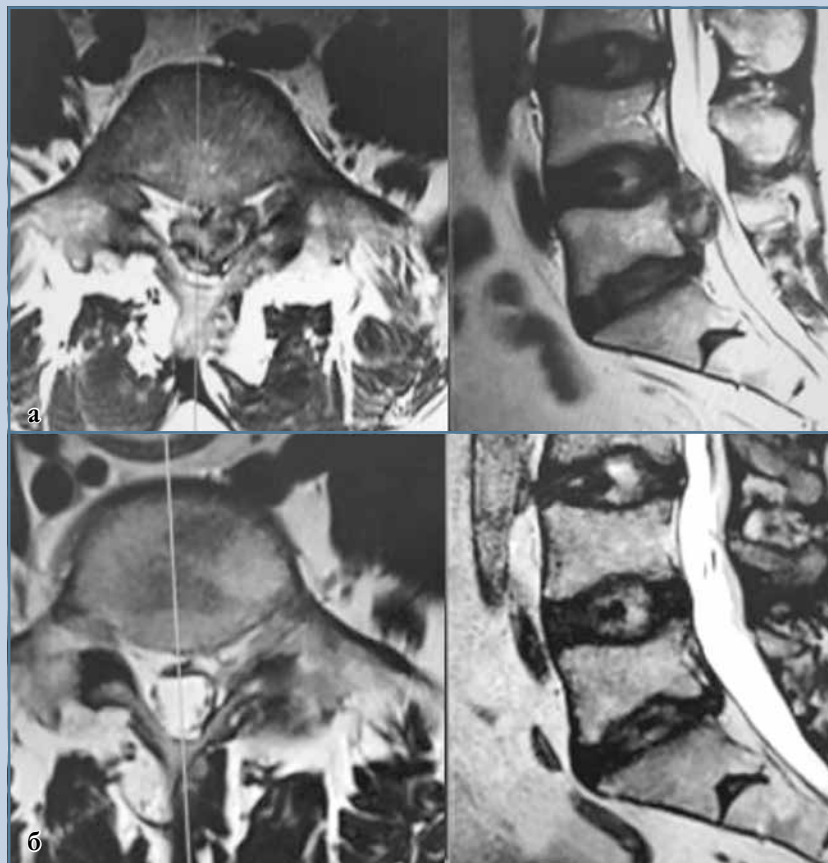


Рис. 7

МРТ до (а) и после (б) операции: грыжа L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> с краниальной миграцией слева; эндоскопическое удаление из интерламинарного доступа (контроль через 2 дня)

[24], и соответственно повышенной вероятностью рецидивирования грыжи дополнительно вскрывали фиброзное кольцо в зоне треугольника Kambin для удаления внутридисковой части дегенерированного пульпозного ядра, но при этом не расширяя дефекта в фиброзном кольце в области разрыва, что, возможно, объясняет отсутствие рецидивов в нашей серии. Отличительной особенностью оперативного вмешательства при грыжах является резекция медиальной фасетки и желтой связки в краниальной части, верхней foraminalной связки при далеко мигрировавших грыжах (зона II по нашей классификации), что открывает дополнительный обзор аксиллярной области выходящего корешка, где и располагаются такие

грыжи. Что касается уровня L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>, то мы использовали интерламинарный доступ, направленный в область плеча корешка при любой степени миграции, с учетом необходимости краниального продвижения рабочей гильзы. Для трансфораминального доступа свободным и безопасным манипуляциям на данном уровне при таких грыжах препятствуют высокий гребень подвздошной кости и, как правило, узкое межпозвонковое отверстие. Ruetten et al. [31] предположили, что миграция больше чем половину тела позвонка, должна быть критерием исключения из эндоскопической хирургии, однако, по нашему опыту применения перкутанной эндоскопии, возможна и при большем смещении грыжевого секвестра (рис. 7).

Относительным препятствием могут быть небольшие размеры межпозвонкового промежутка, в случае необходимости выполняется краевая резекция дужки позвонка для расширения интерламинарного окна.

Правильно таргетно выполненный доступ определяет успех подобной операции. Необходимо планировать кожный разрез, строго учитывая степень миграции грыжевого секвестра, наличие суженного межпозвонкового отверстия и интерламинарного окна. Анализ foraminalного отверстия мы проводили по предоперационным МРТ. Учитывали его размеры, форму, наличие остеофитов и гипертрофии желтой связки, а также угол отхождения корешка, область выхода корешка и высоту межпозвонкового диска. Важной особенностью хирургической техники является сначала выполнение доступа в зоне треугольника безопасности, а уже потом под контролем выходящего корешка ревизия эпидурального пространства. В случаях суженной foramiны целесообразно изначально выполнение экстрафораминального доступа, чтобы предупредить травму выходящего корешка. Особенностью эндоскопической трансфораминальной хирургии при грыжах верхних поясничных дисков с краниальной миграцией (L<sub>1</sub>–L<sub>2</sub>, L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub>) является выполнение более медиальной заднебокового доступа, в отличие от нижних поясничных сегментов, для предупреждения повреждения внутренних органов. Безопасную траекторию доступа рассчитывали по предоперационным МРТ-изображениям.

Клиническая картина грыж с краниальной миграцией в нашей серии в основном обусловлена монорадикулярным синдромом, связанным с компрессией выходящего корешка, и в меньшей степени – с вертеброгенной болью в спине. В 3 (5,7 %) наблюдениях на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> отмечали двустороннюю радикулярную симптоматику.

Транзиторные сенсорные и двигательные расстройства возникли в наших наблюдениях в двух (3,8 %) случаях,

с регрессом в течение 3 мес., в одном (1,9 %) случае – в зоне иннервации выходящего корешка на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> и в одном (1,9 %) случае – в зоне проходящего корешка на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>. Для предупреждения неврологического дефицита необходимо деликатное отношение к корешку, особенно на этапе препарирования во время поиска грыжевого секвестра.

Одним из важных аспектов такой хирургии является контроль эпидурального венозного кровотечения. Такое может происходить как во время непосредственного удаления грыжевого секвестра, так и на этапе ревизии эпидурального пространства при поиске грыжи, что значительно затруднит дальнейшую работу из-за плохой визуализации невралных структур. В нашей серии в одном (1,9 %) случае на уровне L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> осуществлена конверсия в микродискэктомию из-за отсутствия контроля венозного кровотечения у пациента с приемом антикоагулянтов. Для профилактики рекомендуем постепенное бережное препарирование эпидурального пространства, не использовать инструменты вслепую, при необходимости проводить своевременную коагуляцию эпидуральных вен, предоперационную подготовку пациентов. В случае возникновения кровотечения полезным может оказаться временное повышение давления жидкости в помпе либо пережатие отто-

ка в рабочем канале эндоскопа. Это улучшает эндоскопическую картину, после чего становится возможным применение биполярной коагуляции. В одном (1,9 %) случае на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> во время освоения данной технологии вторым этапом выполнили микродискэктомию в связи с остаточным фрагментом грыжи в зоне II миграции. На наш взгляд, здесь необходимо полноценное выделение и полный захват микроконхотомом основания грыжевого секвестра, чтобы не допустить отрыва дистального фрагмента грыжи, особенно в случаях более центрального распространения секвестра.

За время наблюдения клинических и рентгенологических признаков сегментарной нестабильности не выявлено. Возможно, это объясняется отсутствием резекции костно-связочных структур позвоночника, в первую очередь дугоотростчатых суставов, во время проведения эндоскопического доступа. В то же время многими авторами [1–5] описана необходимость значительной резекции межсуставной части дужки позвонка и фасеточного сустава для удаления краниальной мигрировавших грыж как причина развития сегментарной нестабильности и локальной вертеброгенной боли в спине.

Необходимо дальнейшее накопление опыта и проведение сравнительного исследования результатов эндоскопического и микрохирурги-

ческого удаления грыж с миграцией, что позволит определить преимущества и недостатки каждой из методик.

## Заключение

Перкутанное эндоскопическое трансфораминальное и интерламинарное удаление грыж поясничного отдела позвоночника с краниальной миграцией при соблюдении таргетности хирургической техники и критериев исключения является безопасным и эффективным методом, позволяет избежать чрезмерной резекции костно-связочных структур позвоночника, может предупредить ятрогенную нестабильность позвоночно-двигательного сегмента, способствует ранней послеоперационной активизации и восстановлению пациента, грыжи с краниальной миграцией обладают низкой вероятностью рецидивирования.

## Благодарность

Авторский коллектив выражает признательность П.В. Желнову за техническую помощь в выполнении статистической обработки материала.

Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.

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

## Литература/References

- Hassler W, Brandner S, Slansky I. Microsurgical management of lateral lumbar disc herniations: combined lateral and interlaminar approach. *Acta Neurochirurgica*. 1996;138:907–911. DOI: 10.1007/BF01411277.
- Donaldson WF 3rd, Star MJ, Thorne RP. Surgical treatment for the far lateral herniated lumbar disc. *Spine*. 1993;18:1263–1267. DOI: 10.1097/00007632-199308000-00003.
- Macnab I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1971;53:891–903. DOI: 10.2106/00004623-197153050-00004.
- McCulloch JA, Young PH. Microsurgery for lumbar disc herniation. In: McCulloch JA, Young PH, eds. *Essentials of Spinal Microsurgery*. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven; 1998:329–382.
- Osman SG, Nibu K, Panjabi MM, Marsolais EB, Chaudhary R. Transforaminal and posterior decompressions of the lumbar spine. A comparative study of stability and intervertebral foramen area. *Spine*. 1997;22:1690–1695. DOI: 10.1097/00007632-199708010-00002.
- Tsou PM, Yeung AT. Transforaminal endoscopic decompression for radiculopathy secondary to intracanal noncontained lumbar disc herniations: outcome and technique. *Spine J*. 2002;2:41–48. DOI: 10.1016/s1529-9430(01)00153-x.
- Kambin P, Casey K, O'Brien E, Zhou L. Transforaminal arthroscopic decompression of lateral recess stenosis. *J Neurosurg*. 1996;84:462–467. DOI: 10.3171/jns.1996.84.3.0462.
- Lew SM, Mehalic TF, Fagone KL. Transforaminal percutaneous endoscopic discectomy in the treatment of farlateral and foraminal lumbar disc herniations. *J Neurosurg*. 2001;94(2 Suppl):216–220. DOI: 10.3171/spi.2001.94.2.0216.
- Hult L. Retroperitoneal disc fenestration in low-back pain and sciatica: a preliminary report. *Acta Orthop Scand*. 1951;20:342–348. DOI: 10.3109/17453675108991181.



10. **Kambin P.** Arthroscopic Microdiscectomy: Minimal Intervention Spinal Surgery. Baltimore, MD: Urban & Schwarzenburg; 1990.
11. **Hijikata S, Yamagishi M, Nakayama T, Oomori K.** Percutaneous nucleotomy: a new treatment method for lumbar disc herniation. *J Toden Hosp.* 1975;5:5–13.
12. **Yeung AT, Tsou PM.** Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation: Surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases. *Spine.* 2002;27:722–731. DOI: 10.1097/00007632-200204010-00009.
13. **Ruetten S, Komp M, Godolias G.** An extreme lateral access for the surgery of lumbar disc herniations inside the spinal canal using the full-endoscopic uniportal transforaminal approach-technique and prospective results of 463 patients. *Spine.* 2005;30:2570–2578. DOI: 10.1097/01.brs.0000186327.21435.cc.
14. **Choi G, Lee SH, Lokhande P, Kong BJ, Shim CS, Jung B, Kim JS.** Percutaneous endoscopic approach for highly migrated intracanal disc herniations by foraminoplasty technique using rigid working channel endoscope. *Spine.* 2008;33:E508–E515.
15. **Ahn Y, Lee SH, Lee JH, Kim JU, Liu WC.** Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for upper lumbar disc herniation: clinical outcome, prognostic factors, and technical consideration. *Acta Neurochir.* 2009;151:199–206. DOI: 10.1007/s00701-009-0457-4.
16. **Kim HS, Ju CI, Kim SW, Kim JG.** Endoscopic transforaminal suprapedicular approach in high grade inferior migrated lumbar disc herniation. *J Korean Neurosurg Soc.* 2009;45:67–73. DOI: 10.3340/jkns.2009.45.2.67.
17. **Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G.** Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective randomized, controlled study. *Spine.* 2008;33:931–939. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31816c8af7.
18. **Ahn Y.** Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: technical tips to prevent complications. *Expert Rev Med Devices.* 2012;9:361–366. DOI: 10.1586/erd.12.23.
19. **Lee S, Kim SK, Lee SH, Kim WJ, Choi WC, Choi G, Shin SW.** Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for migrated disc herniation: classification of disc migration and surgical approaches. *Eur Spine J.* 2007;16:431–437. DOI: 10.1007/s00586-006-0219-4.
20. **Schubert M, Hoogland T.** Endoscopic transforaminal nucleotomy with foraminoplasty for lumbar disk herniation. *Oper Orthop Traumatol.* 2005;17:641–661. DOI: 10.1007/s00064-005-1156-9.
21. **Ahn Y, Jang IT, Kim WK.** Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for very high-grade migrated disc herniation. *Clin Neurol Neurosurg.* 2016;147:11–17. DOI: 10.1016/j.clineuro.2016.05.016.
22. **Kim CH, Chung CK, Woo JW.** Surgical outcome of percutaneous endoscopic interlaminar lumbar discectomy for highly migrated disc herniation. *J Spinal Disord Tech.* 2012;124:35–41. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31827649ea.
23. **Мержоев А.М., Гуляев Д.А., Сингаевский С.Б., Пришвин А.П.** Перкутанное эндоскопическое трансфораминальное удаление грыж верхних поясничных межпозвоночных дисков // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. 2017. Т. 9. № 4. С. 23–30. [Merzhoyev AM, Gulyaev DA, Singaevskiy SB, Prishvin AP. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for the upper lumbar disc herniation. *Russian neurosurgical journal n.a. Prof. A.L. Polenov.* 2017;9(4):23–30. In Russian].
24. **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.
25. **Мержоев А.М., Гуляев Д.А., Давыдов Е.А., С.Б. Сингаевский, Пришвин А.П.** Перкутанная эндоскопическая поясничная дискэктомия – интерламинарный доступ // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. 2017. Т. 9. № 1. С. 49–56. [Merzhoyev AM, Gulyaev DA, Davydov EA, Singaevskiy SB, Prishvin AP. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy – interlaminar approach. *Russian neurosurgical journal n.a. Prof. A. L. Polenov.* 2017;9(1):49–56. In Russian].
26. **Choi G, Prada N, Modi HN, Vasavada NB, Kim JS, Lee SH.** Percutaneous endoscopic lumbar herniectomy for high-grade down-migrated L4–L5 disc through an L5–S1 interlaminar approach: a technical note. *Minim Invasive Neurosurg.* 2010;53:147–152. DOI: 10.1055/s-0030-1254145.
27. **Ebeling U, Reulen HJ.** Are there typical localisations of lumbar disc herniations? A prospective study. *Acta Neurochir (Wien).* 1992;117:143–148. DOI: 10.1007/BF01400611.
28. **Fardon DF, Milette PC.** Nomenclature and classification of lumbar disc pathology. Recommendations of the Combined task Forces of the North American Spine Society, American Society of Spine Radiology, and American Society of Neuroradiology. *Spine.* 2001;26:E93–E113. DOI: 10.1097/00007632-200103010-00006.
29. **Choi KC, Lee JH, Kim JS, Sabal IA, Lee S, Kim H, Lee SH.** Unsuccessful percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a single-center experience of 10,228 cases. *Neurosurgery.* 2015;76:372–380. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000628.
30. **Choi KC, Lee DC, Shim HK, Shin SH, Park CK.** A strategy of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for migrated disc herniation. *World Neurosurg.* 2017;99:259–266. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.12.052.
31. **Ruetten S, Komp M, Godolias G.** A new full-endoscopic technique for the interlaminar operation of lumbar disc herniations using 6-mm endoscopes: prospective 2-year results of 331 patients. *Minim Invasive Neurosurg.* 2006;49:80–87. DOI: 10.1055/s-2006-932172.

**Адрес для переписки:**

Беляков Юрий Владимирович  
191014, Россия, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 12,  
Российский научно-исследовательский нейрохирургический  
институт им. проф. А.Л. Поленова,  
yv.belyakov@yahoo.com

**Address correspondence to:**

Belyakov Yury Vladimirovich  
Polenov Neurosurgical Research Institute,  
12 Mayakovskogo str., St. Petersburg, 191014, Russia,  
yv.belyakov@yahoo.com

*Статья поступила в редакцию 15.05.2020*

*Рецензирование пройдено 22.06.2020*

*Подписано в печать 26.06.2020*

*Received 15.05.2020*

*Review completed 22.06.2020*

*Passed for printing 26.06.2020*

Амир Муратович Мереджи, канд. мед. наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова, Россия, 191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 12; врач-нейрохирург, Многопрофильная клиника им. Н.И. Пирогова, Россия, 199178, Санкт-Петербург, Васильевский остров, Большой проспект, 49–51, ORCID: 0000-0003-3282-2992, meredzhi@mail.ru;

Андрей Юрьевич Орлов, д-р мед. наук, руководитель научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, врач-нейрохирург, Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова, Россия, 191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 12, ORCID: 0000-0001-6597-3733, orloff-andrei@mail.ru;

Александр Сергеевич Назаров, канд. мед. наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, заведующий отделением нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, врач-нейрохирург, Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова, Россия, 191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 12, ORCID: 0000-0002-5727-5991, nazarow\_alex@mail.ru;

Юрий Владимирович Беляков, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, врач-нейрохирург, Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова, Россия, 191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 12, ORCID: 0000-0001-8772-5781, yv.belyakov@yaboo.com;

Тигран Владимирович Лалаян, канд. мед. наук, врач-невролог, Многопрофильная клиника им. Н.И. Пирогова, Россия, 199178, Санкт-Петербург, Васильевский остров, Большой проспект, 49–51, ORCID: 0000-0001-7946-0517, tigo939@gmail.com;

Сергей Борисович Сингаевский, д-р мед. наук, главный врач, хирург, Многопрофильная клиника им. Н.И. Пирогова, Россия, 199178, Санкт-Петербург, Васильевский остров, Большой проспект, 49–51, ORCID: 0000-0003-3426-2431, mail@pirogovclinic.ru.

Amir Muratovich Meredzhi, MD, PhD, senior researcher at the Research Laboratory of Neurosurgery of the spine and peripheral nervous system, neurosurgeon, Polenov Neurosurgical Research Institute, 12 Mayakovskogo str., St. Petersburg, 191014, Russia; Multidisciplinary Clinic n.a. N.I. Pirogov, 49–51 Bolsboi Prospect, Vasilievsky Island, St. Petersburg, 199178, Russia, ORCID: 0000-0003-3282-2992, meredzhi@mail.ru;

Andrey Yuryevich Orlov, DMSc, head of the Research Laboratory of Neurosurgery of the spine and peripheral nervous system, neurosurgeon, Polenov Neurosurgical Research Institute, 12 Mayakovskogo str., St. Petersburg, 191014, Russia, ORCID: 0000-0001-6597-3733, orloff-andrei@mail.ru;

Alexandr Sergeyevich Nazarov, MD, PhD, senior researcher of the Research Laboratory of Neurosurgery of the spine and peripheral nervous system, head of the Department of neurosurgery of the spine and peripheral nervous system, neurosurgeon, Polenov Neurosurgical Research Institute, 12 Mayakovskogo str., St. Petersburg, 191014, Russia, ORCID: 0000-0002-5727-5991, nazarow\_alex@mail.ru;

Yury Vladimirovich Belyakov, researcher, Research Laboratory of Neurosurgery of the spine and peripheral nervous system, neurosurgeon, Polenov Neurosurgical Research Institute, 12 Mayakovskogo str., St. Petersburg, 191014, Russia, ORCID 0000-0001-8772-5781, yv.belyakov@yaboo.com;

Tigran Vladimirovich Lalayan, MD, PhD, neurologist, Multidisciplinary Clinic n.a. N.I. Pirogov, 49–51 Bolsboi Prospect, Vasilievsky Island, St. Petersburg, 199178, Russia, ORCID: 0000-0001-7946-0517, tigo939@gmail.com;

Sergey Borisovich Singaevskiy, DMSc, surgeon, physician-in-chief of Multidisciplinary Clinic n.a. N.I. Pirogov, 49–51 Bolsboi Prospect, Vasilievsky Island, St. Petersburg, 199178, Russia, ORCID: 0000-0003-3426-2431, mail@pirogovclinic.ru.