



# МИНИ-ИНВАЗИВНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА ПРИ ДЕГЕНЕРАТИВНОМ ПОЯСНИЧНОМ СТЕНОЗЕ

**В.Б. Лебедев, Д.С. Епифанов, Г.В. Костенко, Т.С. Гходивала, Р.М. Нурмухаметов, Н.В. Педяш, А.А. Зуев**  
Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

**Цель исследования.** Анализ ранних результатов хирургического лечения пациентов со стенозом позвоночного канала с применением мини-инвазивных технологий реконструкции позвоночного канала и фиксации позвоночника.

**Материал и методы.** Проведено лечение 168 пациентов с помощью мини-инвазивной моностеральной микрохирургической декомпрессии по поводу стеноза позвоночного канала на поясничном уровне.

**Результаты.** Средняя продолжительность стационарного лечения после операции составила  $5,8 \pm 2,8$  сут. При оценке интенсивности боли в ногах и в поясничном отделе позвоночника, а также при повседневной активности отмечена положительная динамика через 1 и 6 мес. Из установленных 732 винтов 18 (2,4 %) смещены в позвоночный канал менее чем на 2 мм, 4 (0,5 %) — менее чем на 4 мм. Признаки сохраняющегося субкомпенсированного стеноза позвоночного канала на уровне операции выявлены у 5 (2,9 %) пациентов. Средняя интраоперационная кровопотеря составила  $121,1 \pm 22,0$  мл. Все пациенты активизированы в первые сутки после операции.

**Заключение.** Мини-инвазивная моностеральная декомпрессия, при необходимости в сочетании с коррекцией и фиксацией перкутанной транспедикулярной системой и TLIF, позволяет устранить факторы, вызывающие компрессию нервных структур, снизить интраоперационную кровопотерю, провести более раннюю активизацию пациента и сократить период пребывания в стационаре.

**Ключевые слова:** малоинвазивная хирургия позвоночника, стеноз позвоночного канала, мини-инвазивная декомпрессия, трансфораминальный межтеловой спондилодез (TLIF).

Для цитирования: Лебедев В.Б., Епифанов Д.С., Костенко Г.В., Гходивала Т.С., Нурмухаметов Р.М., Педяш Н.В., Зуев А.А. Мини-инвазивная реконструкция позвоночного канала при дегенеративном поясничном стенозе // Хирургия позвоночника. 2017. Т. 14. № 3. С. 67–73.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.3.67-73>.

MINIMALLY INVASIVE SPINAL CANAL RECONSTRUCTION FOR DEGENERATIVE LUMBAR SPINAL STENOSIS

V.B. Lebedev, D.S. Epifanov, G.V. Kostenko, T.S. Ghodivala, R.M. Nurmukhametov, N.V. Pedyash, A.A. Zuev  
Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia

**Objective.** To analyze early results of surgical treatment in patients with lumbar spinal stenosis using minimally invasive techniques for reconstruction of the spinal canal and fixation of the spine.

**Material and Methods.** A total of 168 patients were treated with minimally invasive unilateral microsurgical decompression for spinal stenosis at the lumbar level.

**Results.** The average length of post-operative inpatient care was  $5.8 \pm 2.8$  days. When assessing the pain intensity in the legs and lumbar spine, as well as in daily activity, positive dynamics was noted after 1 and 6 months. Of the installed 732 screws, 18 (2.4 %) screws were displaced into the spinal canal by less than 2 mm and 4 (0.5 %) — by less than 4 mm. Signs of persistent subcompensated spinal stenosis at the operated level were detected in 5 (2.9 %) patients. The average intraoperative blood loss was  $121.1 \pm 22.0$  ml. All patients were activated at the first day after surgery.

**Conclusion.** Minimally invasive unilateral decompression, if necessary in combination with correction and fixation with percutaneous pedicle screw system and TLIF, eliminates factors causing compression of neural structures, reduces intraoperative blood loss, allows early activation of patients and shortens the length of hospital stay.

**Key Words:** minimally invasive spine surgery, spinal stenosis, minimally invasive decompression, transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF).

Please cite this paper as: Lebedev VB, Epifanov DS, Kostenko GV, Ghodivala TS, Nurmukhametov RM, Pedyash NV, Zuev AA. Minimally invasive spinal canal reconstruction for degenerative lumbar spinal stenosis. Hir. Pozvonoc. 2017;14(3):67–73. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.3.67-73>.

Большинство исследователей использует термин «стеноз позвоночного канала» для описания симптомов, обусловленных анатомическим сужением размеров позвоночного канала. Стенозы на поясничном уровне встреча-

ются у 74–86 % пациентов и являются одной из наиболее частых причин вертеброгенного болевого синдрома, вызывающего временную, а в некоторых случаях стойкую утрату трудоспособности [10, 11]. Консервативная

терапия дает стойкий положительный эффект лишь у 44–69 % пациентов [4, 9, 16, 22, 23]. В связи с этим ежегодно увеличивается количество хирургических вмешательств у пациентов со стенозом позвоночного канала. Несмотря

на достаточно редко встречающееся сужение позвоночного канала на уровне дужек, наиболее распространенным методом декомпрессии при стенозе позвоночного канала остается ламинэктомия с последующей дополнительной резекцией элементов заднего опорного комплекса (гипертрофированных фасеток межпозвоночных суставов, желтых связок), вызывающих компрессию нервных структур [1, 16].

Одной из главных тенденций современной хирургии является максимально эффективная и радикальная операция при минимальном ятрогенном воздействии. Следуя этим принципам, Young et al. [23] разработали и описали в 1988 г. монолатеральную фораминотомию для билатеральной микродекомпрессии при стенозе позвоночного канала. Этот доступ был модифицирован в 1991 г. McCulloch et al. [12] и описан как микрохирургическая фенестрация. Позже Foley et al. [5] разработали TLIF в сочетании с двусторонней декомпрессией из монолатерального межмышечного доступа [3, 5, 12, 23]. Данная методика находит все больше сторонников.

Применение современных диагностических исследований (МРТ, КТ) позволяет выявить все факторы, приводящие к сужению позвоночного канала, и спланировать операцию для устранения патологических составляющих, обуславливающих его сужение, с минимальной резекцией структур позвоночно-двигательного сегмента. Метод последовательной миодилатации, специализированные ретракторы и перкутаные транспедикулярные винты позволяют снизить травматизацию окружающих мягких тканей [9, 15, 16, 21].

Цель исследования – анализ ранних результатов хирургического лечения пациентов со стенозом позвоночного канала с применением мини-инвазивных технологий реконструкции позвоночного канала и фиксации позвоночника.

## Материал и методы

В 2013–2015 гг. в нейрохирургическом отделении Национального медико-хирургического центра (НМХЦ) им. Н.И. Пирогова выполнены оперативные вмешательства 168 пациентам (91 мужчине, 77 женщинам) с применением мини-инвазивного доступа. Наиболее частыми показаниями к операции являлись дегенеративный спондилолистез ( $n = 69$ ), центральный стеноз ( $n = 78$ ), фораминальный стеноз ( $n = 21$ ). Средний возраст пациентов  $66,3 \pm 4,8$  года.

Основные клинические проявления заболевания: боль в ногах и ягодицах, нарушение чувствительности в ногах, постоянная боль в поясничном отделе позвоночника, статические нарушения. По данным МРТ и КТ у всех пациентов обнаружены признаки сужения позвоночного канала. Критериями отбора на хирургическое лечение были клинические проявления, подтвержденные КТ и МРТ, и отсутствие эффекта от проводимой не менее трех месяцев комплексной консервативной терапии.

Интенсивность боли по ВАШ оценивали отдельно в ногах и в поясничном отделе позвоночника перед операцией, на 5-е сут, через 1 и 6 мес. после операции. Нарушение жизнедеятельности (по опроснику Освестри) и выраженность нейрогенной перемежающейся хромоты анализировали перед операцией, через 6 и 12 мес. после нее. При оценке проведенного лечения учитывали количество пораженных уровней, объем интраоперационной кровопотери, продолжительность операции, количество хирургических осложнений, длительность нахождения в стационаре. Через 12 мес. по КТ, МРТ и рентгенографии определяли признаки консолидации на фиксированном уровне, сужения позвоночного канала и деформаций позвоночника.

**Хирургическая техника.** Операции выполняли односторонним парасрединным доступом на 3–5 см латеральнее линии остистых отростков. Чрезмышечно осуществляли доступ к межпозвоночному суставу и междужковому промежутку. Проводили частичную

резекцию нижнего края дужки верхней полудужки, в меньшей степени верхнего края нижней полудужки позвонков. Выполняли медиальную фасетэктомию на ипсилатеральной стороне. В дальнейшем с сохранением желтой связки для защиты твердой мозговой оболочки с помощью высокооборотной дрели и костных кусачек проводили резекцию основания остистого отростка и медиальную фасетэктомию на контрлатеральной стороне (рис. 1). После этого резецировали желтые связки и делали декомпрессию в области корешковых каналов (рис. 2). Пациентам с признаками нестабильности выполняли перкутанную транспедикулярную фиксацию и TLIF ( $n = 104$ ). В 47 (28,0 %) случаях при отсутствии клинико-рентгенологических признаков нестабильности при проведенном предоперационном обследовании и сохранении при резекции более 50 % поверхности суставных отростков осуществляли только перкутанную транспедикулярную фиксацию. У 17 (10,1 %) пациентов отмечали признаки сформированного спонтанного костного блока по данным предоперационной КТ, в связи с чем фиксацию не проводили.

## Результаты

Наиболее частыми клиническими проявлениями при поступлении в стационар были вертеброгенный болевой синдром ( $n = 168$ ) и синдром нейрогенной перемежающейся хромоты ( $n = 139$ ). У 144 (85,7 %) пациентов перед операцией отмечены боли в ногах, у 96 (57,1 %) – нарушения чувствительности, у 38 (22,6 %) – парезы, у 6 (3,6 %) – нарушения функции тазовых органов.

В 93 (55,4 %) случаях декомпрессию выполняли на одном уровне, в 66 (39,3 %) – на двух, в 9 (5,4 %) – на трех. Средняя продолжительность операции  $193,0 \pm 9,2$  мин (от 115 до 315 мин), средняя кровопотеря  $121,1 \pm 22,0$  мл (от 50 до 650 мл). Гемотрансфузию в периоперационном периоде выполняли 3 (1,8 %) пациентам. Во всех случаях, потребовавших

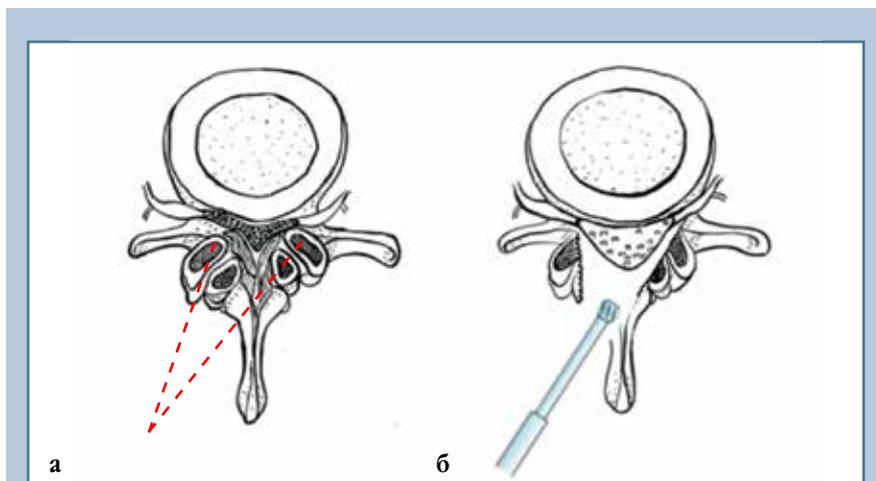
переливания компонентов крови, декомпрессию делали на трех уровнях. При контрольной КТ в течение 24 ч после операции оценивали размеры позвоночного канала и правильность проведения транспедикулярных винтов.

При оценке качества реконструкции позвоночного канала признаки сохраняющегося субклинического субкомпенсированного стеноза выявлены у 5 (5,8 %) пациентов. При отсутствии клинических проявлений повторное хирургическое вмешательство не выполняли. По КТ через 12 мес. после операции у 9 пациентов отсутствовали признаки формирования межтелового костного блока, у 1 пациента развилась нестабильность фиксирующей системы, потребовавшая повторного хирургического вмешательства.

Из установленных 732 винтов 18 (2,4 %) смещены в позвоночный канал менее чем на 2 мм, 4 (0,5 %) – менее чем на 4 мм. У 2 пациентов в связи с клиникой раздражения нервного корешка выполнена переустановка транспедикулярного винта.

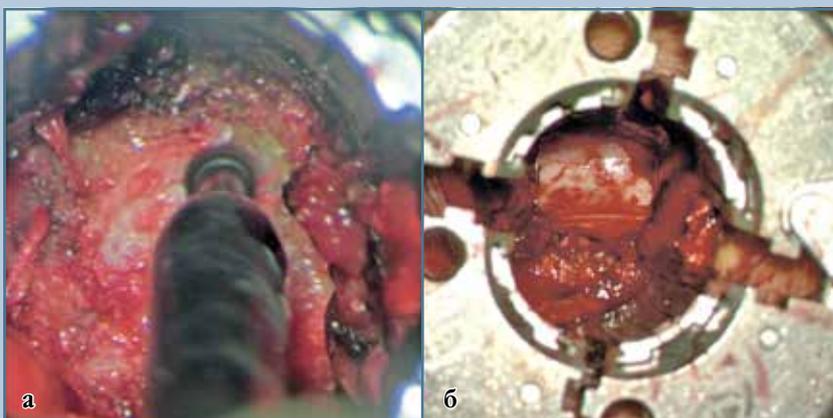
Повреждение твердой мозговой оболочки в ходе операции произошло у 9 (5,4%) пациентов. У 2 пациентов развились инфекционные осложнения в области послеоперационной раны, 1 из них потребовалось ревизионное хирургическое вмешательство, включавшее санацию гнойного очага с последующим приточно-аспирационным дренированием без удаления фиксирующей системы.

Средняя продолжительность стационарного лечения – 5,8–2,8 сут. Большинство пациентов отмечало снижение интенсивности боли в ногах в раннем послеоперационном периоде, а при контрольном осмотре через 6 мес. после операции боль в ногах, усиливающаяся после физической нагрузки, беспокоила 5 (5,8 %) пациентов. Боль в поясничном отделе позвоночника сохранялась у пациентов более длительное время. Так, через 6 недель после операции 24 (27,9 %) пациента описывали ее как умеренную, а 3 (3,5 %) как выраженную. Через 6 мес.



**Рис. 1**

Схема реконструкции позвоночного канала: **а** – объем предполагаемой резекции и возможности визуального контроля при мини-инвазивной декомпрессии; **б** – этап микрохирургической декомпрессии с использованием высокооборотной дрели



**Рис. 2**

Интраоперационные фотографии: **а** – медиальная фасетэктомия с использованием высокооборотной дрели; **б** – состояние после декомпрессии корешков спинного мозга

после операции жалобы на умеренную боль в поясничной области предъявляли 16 (18,6 %) пациентов. При оценке нарушений жизнедеятельности по опроснику Освестри отмечали значительную положительную динамику (табл.).

*Клинический пример.* Пациент Б., 74 лет, предъявлял жалобы на боль в пояснично-крестцовом отделе позвоночника (интенсивность по ВАШ 6 баллов), усиливающуюся при незначительной

физической нагрузке (ходьба до 100 м), боль в ногах (интенсивность по ВАШ 8 баллов), онемение в голенях и стопах (рис. 3).

В результате проведенного лечения отмечена положительная динамика в виде значительного снижения интенсивности боли в поясничной области (2 балла) и купирования боли в ногах (рис. 4, 5).

Таблица

Интенсивность боли у пациентов в до- и послеоперационном периодах

Шкала	Срок	Интенсивность
ВАШ (поясничный отдел позвоночника), баллы	До операции	6,8 ± 2,3
	Через 5 сут	5,2 ± 2,4
	Через 1 мес.	4,2 ± 1,9
	Через 6 мес.	3,1 ± 1,8
ВАШ (ноги), баллы	До операции	6,3 ± 2,4
	Через 5 сут	3,4 ± 2,2
	Через 1 мес.	2,6 ± 2,1
	Через 6 мес.	1,9 ± 2,2
Индекс Освестри	До операции	34,8 ± 11,5
	Через 6 мес.	19,2 ± 17,4

## Обсуждение

Золотым стандартом хирургического лечения при дегенеративных стенозах позвоночного канала на поясничном уровне является ламинэктомия с последующим устранением всех факторов, приводящих к компрессии нервных структур, межтеловым спондилодезом и фиксацией транспедикулярными винтами. По данным исследований, эта операция явля-

ется эффективным методом лечения пациентов со стенозом позвоночного канала и позволяет решить все задачи по его реконструкции, восстановить высоту межтелового промежутка и сформировать костный блок. Однако данный объем операции достаточно травматичен, что увеличивает интраоперационную кровопотерю, вызывает значительную травму паравертебральных мышц и приводит к большому количеству (от 18 до 55 %)

послеоперационных осложнений [4, 6, 12, 14–17, 20, 21, 22]. Это побуждает исследователей к поиску менее инвазивных методик с целью снижения ятрогенной травмы.

Основная цель мини-инвазивных хирургических вмешательств – снижение травматичности манипуляций. Это особенно актуально для пациентов пожилого и старческого возраста с большим количеством сопутствующих заболеваний, так как интраоперационная кровопотеря, активность в раннем послеоперационном периоде и заживление раны очень значимы. Данные исследований последних лет демонстрируют тот факт, что мини-инвазивные хирургические вмешательства снижают количество послеоперационных осложнений на 28–55 % [1, 3, 9, 12]. Снижение травматичности операции позволяет активизировать пациентов в раннем послеоперационном периоде и сокращает время их пребывания в стационаре [2, 12, 15, 22]. В нашем исследовании средняя продолжительность стационарного лечения составила 5,8 ± 2,8 сут. В литературе представлены похожие результаты: средняя продолжительность нахождения в стационаре варьирует от 2,2 до 9,8 сут [5, 6, 9, 12, 13, 17].

Еще одним значимым фактором является сохранение стабильности позвоночно-двигательного сегмента при выполнении декомпрессивного вмешательства. По данным ряда авторов [7, 8, 19], проведение двусторонней декомпрессии из монолатерального доступа позволяет сохранить стабильность оперируемого сегмента, что, в отличие от выполненных в полном объеме ламинэктомии и фасетэктомии, дает возможность выполнять хирургические вмешательства на задомо стабильных уровнях без применения фиксации и значительно сокращать время операции. Другие исследователи отмечают, что установка перкутанных транспедикулярных винтов и декомпрессия из мини-инвазивного доступа приводят к увеличению продолжительности хирургического вмешательства. Данное обстоятельство увеличивает продолжительность

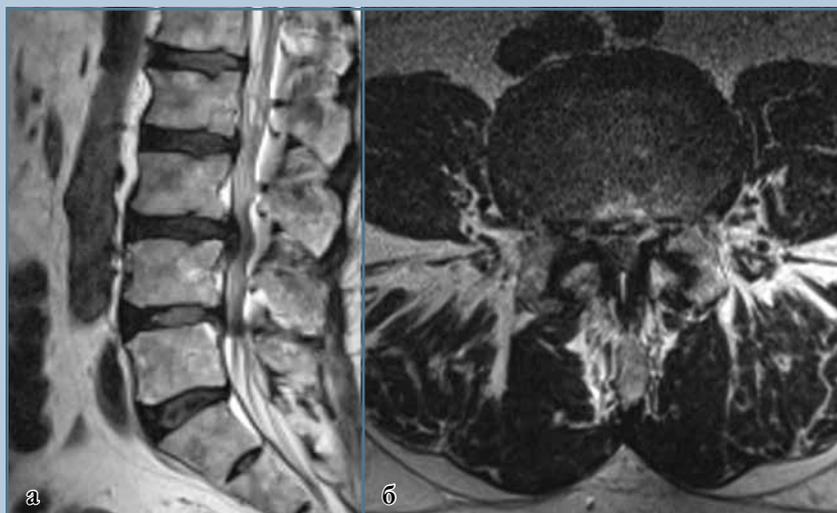
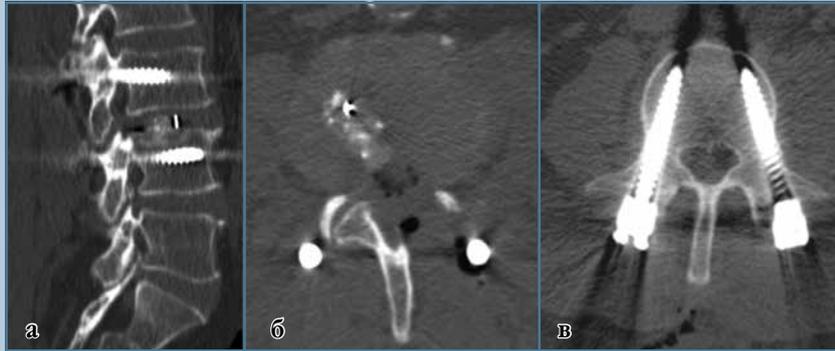


Рис. 3

T2-взвешенные МРТ-изображения поясничного отдела позвоночника пациента Б., 74 лет, на сагитальном (а) и аксиальных (б) срезах демонстрируют сужение позвоночного канала на уровнях L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>, обусловленное гипертрофией суставных фасеток межпозвонковых суставов и желтых связок

**Рис. 4**

КТ поясничного отдела позвоночника пациента Б., 74 лет, через сутки после ТЛФ и транспедикулярной фиксации на уровне L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, декомпрессии на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> из монолатерального доступа: на сагиттальной реконструкции (а) положение межтелового кейджа и локальный сагиттальный профиль, на аксиальных срезах положение межтелового кейджа (б) и транспедикулярных винтов (в)

нахождения пациента в условиях общей анестезии, что может отразиться на росте числа осложнений после операции [2, 3, 6, 22]. В нашем исследовании продолжительность операции (193,0 ± 9,2 мин) значительно отличалась от стандартных методик. При мини-инвазивных операциях значительно снижена визуализация

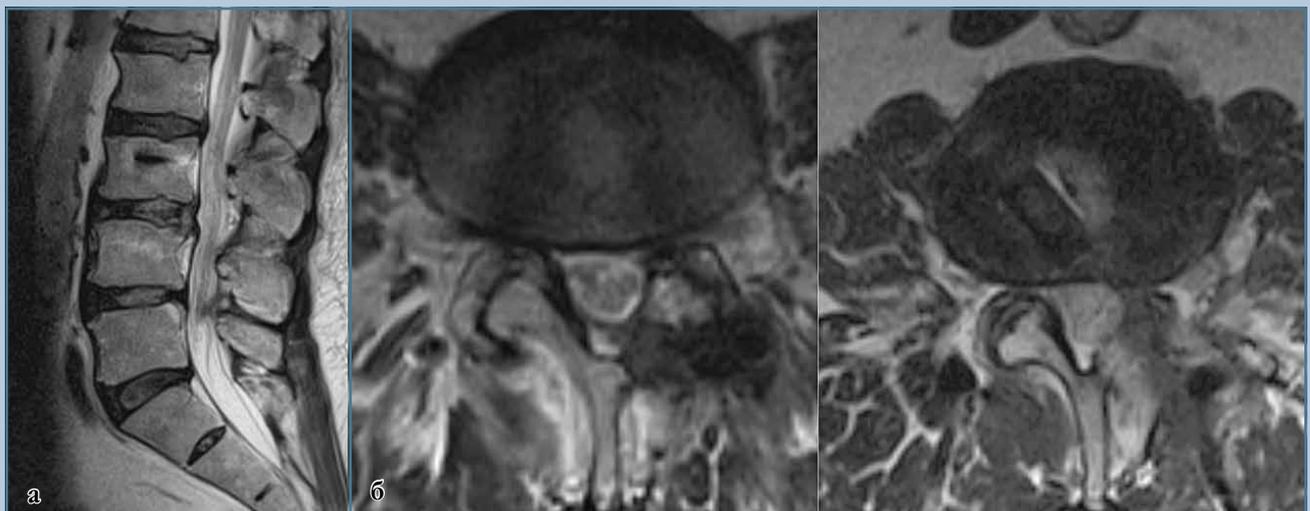
окружающих анатомических структур, что предъявляет повышенные требования к хирургу в знании хирургической анатомии [4, 17]. Некоторые общие осложнения при операциях на позвоночнике, включающие ликворею, повреждение сосудов и нервных структур, чаще встречаются при мини-инвазивных хирургических вме-

шательства и требуют больших усилий для их устранения [17, 22]. В нашем исследовании количество осложнений не превышало таковые при стандартных открытых хирургических вмешательствах.

### Заключение

Мини-инвазивная монолатеральная декомпрессия, при необходимости в сочетании с коррекцией и фиксацией перкутанной транспедикулярной системой и ТЛФ, позволяет устранить факторы, вызывающие компрессию нервных структур, выполнить коррекцию деформаций позвоночника и спондилодез. При этом меньшая травматизация мышц и сохранение большинства структур заднего опорного комплекса позвоночника позволяют снизить интраоперационную кровопотерю, провести раннюю активизацию пациента и сократить период его пребывания в стационаре.

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

**Рис. 5**

Т2-взвешенные МРТ-изображения поясничного отдела позвоночника пациента Б., 74 лет, через 6 мес. после операции в сагиттальной (а) и аксиальных (б) проекциях: признаков сужения позвоночного канала нет

## Литература/References

1. **Alimi M, Njoku IJr, Cong GT, Pyo SY, Hofstetter CP, Grunert P, Hartl R.** Minimally invasive foraminotomy through tubular retractors via a contralateral approach in patients with unilateral radiculopathy. *Neurosurgery*. 2014;10 Suppl 3:436–447. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000358.
2. **Cheung NK, Ferch RD, Ghahreman A, Bogduk N.** Long-term follow-up of minimal-access and open posterior lumbar interbody fusion for spondylolisthesis. *Neurosurgery*. 2013;72:443–451. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31827fce96.
3. **Dhal SS, Wang MY, Mummaneni PV.** Clinical and radiographic comparison of mini-open transforaminal lumbar interbody fusion with open transforaminal lumbar interbody fusion in 42 patients with long-term follow-up. *J Neurosurg Spine*. 2008;9:560–565. DOI: 10.3171/SPL2008.9.08142.
4. **Foley KT, Holly LT, Schwender JD.** Minimally invasive lumbar fusion. *Spine*. 2003;28(15 Suppl):S26–S35. DOI: 10.1097/01.BRS.0000076895.52418.5E.
5. **Foley KT, Lefkowitz MA.** Advances in minimally invasive spine surgery. *Clin Neurosurg*. 2002;49:499–517.
6. **Ghahreman A, Ferch RD, Rao PJ, Bogduk N.** Minimal access versus open posterior lumbar interbody fusion in the treatment of spondylolisthesis. *Neurosurgery*. 2010;66:296–304. DOI: 10.1227/01.NEU.0000363600.24074.D0.
7. **Hamasaki T, Tanaka N, Kim J, Okada M, Ochi M, Hutton WC.** Biomechanical assessment of minimally invasive decompression for lumbar spinal canal stenosis: a cadaver study. *J Spinal Disord Tech*. 2009;22:486–491. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31818d7dc9.
8. **Hasegawa K, Kitahara K, Shimoda H, Hara T.** Biomechanical evaluation of destabilization following minimally invasive decompression for lumbar spinal canal stenosis. *J Neurosurg Spine*. 2013;18:504–510. DOI: 10.3171/2013.1.SPINE12599.
9. **Isaacs RE, Podichetty VK, Santiago P, Sandhu FA, Spears J, Kelly K, Rice L, Fessler RG.** Minimally invasive microendoscopy-assisted transforaminal lumbar interbody fusion with instrumentation. *J Neurosurg Spine*. 2005;3:98–105. DOI: 10.3171/spi.2005.3.2.0098.
10. **Jang KS, Kim HS, Ju CI, Kim SW, Lee SM, Shin H.** Paraspinal muscle sparing versus percutaneous screw fixation: a prospective and comparative study for the treatment of L5–S1 spondylolisthesis. *J Korean Neurosurg Soc*. 2011;49:163–166. DOI: 10.3340/jkns.2011.49.3.163.
11. **Karikari IO, Grossi PM, Nimjee SM, Hardin C, Hodges TR, Hughes BD, Brown CR, Isaacs RE.** Minimally invasive lumbar interbody fusion in patients older than 70 years of age: analysis of peri- and postoperative complications. *Neurosurgery*. 2011;68:897–902. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182098bfa.
12. **McCulloch JA.** Microsurgical spinal laminotomies. In Frymoyer JW, ed. *The Adult Spine: Principles and Practice*. New York: RavenPress, Ltd, 1991:1821–1831.
13. **Park P, Foley KT.** Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with reduction of spondylolisthesis: technique and outcomes after a minimum of 2 years' follow-up. *Neurosurg Focus*. 2008;25:E16. DOI: 10.3171/FOC/2008/25/8/E16.
14. **Park Y, Ha JW.** Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach. *Spine*. 2007;32:537–543. DOI: 10.1097/01.brs.0000256473.49791.f4.
15. **Rahman M, Summers LE, Richter B, Mimran RI, Jacob RP.** Comparison of techniques for decompressive lumbar laminectomy: the minimally invasive versus the "classic" open approach. *Minim Invasive Neurosurg*. 2008;51:100–105. DOI: 10.1055/s-2007-1022542.
16. **Scheufler KM, Dohmen H, Vougioukas VI.** Percutaneous transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar instability. *Neurosurgery*. 2007;60(4 Suppl 2):20–22. DOI: 10.1227/01.NEU.0000255388.03088.B7.
17. **Schwender JD, Holly LT, Rouben DP, Foley KT.** Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): technical feasibility and initial results. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18 Suppl:S1–S6.
18. **Sidhu GS, Henkelman E, Vaccaro AR, Albert TJ, Hilibrand A, Anderson DG, Rihn JA.** Minimally invasive versus open posterior lumbar interbody fusion: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472:1792–1799. DOI:10.1007/s11999-014-3619-5.
19. **Slati P, Malmivaara A, Heliövaara M, Sainio P, Herno A, Kankare J, Seitsalo S, Tallroth K, Turunen V, Knekt P, Hurri H.** Long-term results of surgery for lumbar spinal stenosis: a randomised controlled trial. *Eur Spine J*. 2011;20:1174–1181. DOI: 10.1007/s00586-010-1652-y.
20. **Stagnara P.** *Spinal Deformity*. Butterworth & Co (Publishers) Ltd, 1988:421.
21. **Stromqvist F, Jonsson B, Stromqvist B.** Dural lesions in decompression for lumbar spinal stenosis: incidence, risk factors and effect on outcome. *Eur Spine J*. 2012;21:825–828. DOI: 10.1007/s00586-011-2101-2.
22. **Wang MY, Cummock MD, Yu Y, Trivedi RA.** An analysis of the differences in the acute hospitalization charges following minimally invasive versus open posterior lumbar interbody fusion. *J Neurosurg Spine*. 2010;2:694–699. DOI: 10.3171/2009.12.SPINE09621.
23. **Young S, Veerapen R, O'Laoire SA.** Relief of lumbar canal stenosis using multilevel subarticular fenestrations as an alternative to wide laminectomy: preliminary report. *Neurosurgery*. 1988;23:628–633.

## Адрес для переписки:

Епифанов Дмитрий Сергеевич  
105203, Россия, Москва,  
ул. Нижняя Первомайская, 70,  
Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова,  
doc.neuros@gmail.com

## Address correspondence to:

Epifanov Dmitry Sergeevich  
Pirogov National Medical and Surgical Center,  
Nizhnyaya Pervomajskaya str., 70, Moscow, 105203, Russia,  
doc.neuros@gmail.com

Статья поступила в редакцию 19.01.2017

Рецензирование пройдено 07.03.2017

Подписана в печать 22.03.2017

Received 19.01.2017

Review completed 07.03.2017

Passed for printing 22.03.2017

Валерий Борисович Лебедев, канд. мед. наук, травматолог-ортопед, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия, [horizont\\_vbl@mail.ru](mailto:horizont_vbl@mail.ru);

Дмитрий Сергеевич Епифанов, нейрохирург, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия, [Doc.neuros@gmail.com](mailto:Doc.neuros@gmail.com);

Глеб Владимирович Костенко, аспирант, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия, [glebkost91@gmail.com](mailto:glebkost91@gmail.com);

Тоссиф Саидович Гходивала, ординатор, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия, [ghodiwalatousif@gmail.com](mailto:ghodiwalatousif@gmail.com);

Ренат Мадехатович Нурмухаметов, ординатор, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия, [renienm@mail.com](mailto:renienm@mail.com);

Никита Витальевич Педяш, нейрохирург, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия, [rusneuro@gmail.com](mailto:rusneuro@gmail.com);

Андрей Александрович Зуев, канд. мед. наук, заведующий 2-м нейрохирургическим отделением, нейрохирург, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия, [mosbrain@gmail.com](mailto:mosbrain@gmail.com).

Valery Borisovich Lebedev, MD, PhD, traumatologist-orthopaedist, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, [horizont\\_vbl@mail.ru](mailto:horizont_vbl@mail.ru);

Dmitry Sergeyevich Epifanov, neurosurgeon, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, [Doc.neuros@gmail.com](mailto:Doc.neuros@gmail.com);

Gleb Vladimirovich Kostenko, postgraduate student, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, [glebkost91@gmail.com](mailto:glebkost91@gmail.com);

Tousif Saidovich Ghodivala, resident physician, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, [ghodiwalatousif@gmail.com](mailto:ghodiwalatousif@gmail.com);

Renat Madekhatovich Nurmukhametov, resident physician, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, [renienm@mail.com](mailto:renienm@mail.com);

Nikita Vitalyevich Pedyash, neurosurgeon, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, [rusneuro@gmail.com](mailto:rusneuro@gmail.com);

Andrey Aleksandrovich Zuev, MD, PhD, neurosurgeon, Head of Neurosurgery Department No. 2, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, [mosbrain@gmail.com](mailto:mosbrain@gmail.com).