



# ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖОСТИСТОГО ДИСТРАКТОРА ИЗ НИТИНОЛА ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ СЕГМЕНТАРНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА

Е.А. Давыдов<sup>1</sup>, А.С. Назаров<sup>1</sup>, О.Н. Тюлькин<sup>1</sup>, А.А. Ильин<sup>2</sup>, М.Ю. Коллеров<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского, Москва

**Цель исследования.** Уточнение показаний к применению межостистых спейсеров и анализ результатов хирургического лечения нестабильности в позвоночно-двигательном сегменте поясничного отдела позвоночника с применением межостистой динамической стабилизации.

**Материал и методы.** С применением авторского межостистого дистрактора из нитинола прооперировано 15 пациентов (5 мужчин, 10 женщин) 16–76 лет (средний возраст 46 лет) с нестабильностью в поясничном отделе позвоночника. Послеоперационное обследование проводили через 6 и 12 мес., оно включало в себя ортопедоневрологический осмотр, функциональную спондилографию и анкетирование пациентов.

**Результаты.** Анализ результатов обследования через 6 и 12 мес. показал статистически значимое улучшение результатов по ВАШ и по опросникам Oswestry и SF-36. Рентгенологическое обследование показало, что после установки металлоконструкции сохраняются движения в позвоночно-двигательном сегменте и высота межпозвонкового диска. Полученные данные показали сопоставимые характеристики применения авторского дистрактора и других межостистых спейсеров.

**Заключение.** Основными показаниями к применению межостистого дистрактора являются сегментарная нестабильность, а также профилактика вторичной патологической подвижности в оперированном позвоночно-двигательном сегменте. Межостистый дистрактор из нитинола позволяет устранить сегментарную нестабильность при сохранении физиологического диапазона движений.

**Ключевые слова:** сегментарная нестабильность, поясничный отдел позвоночника, динамическая стабилизация, межостистый спейсер.

NITINOL INTERSPINOUS DISTRACTION DEVICE IN SURGICAL TREATMENT OF SEGMENTAL INSTABILITY OF THE LUMBAR SPINE

E.A. Davydov, A.S. Nazarov, O.N. Tyulkin, A.A. Ilyin, M.Yu. Kollerov

**Objective.** To specify indications for application of interspinous spacers and to analyze results of surgical treatment of instability of the lumbar motion segment using dynamic interspinous stabilization.

**Material and Methods.** A total of 15 patients (5 males and 10 females, mean age 46 years) with instability of the lumbar spine were operated on with insertion of the authoring nitinol interspinous distraction device. Surgical treatment was performed for the instability of the lumbar spine. Postoperative follow-up at 6 and 12 months included orthopedic and neurologic examination, functional spondylography, and questionnaire survey of patients.

**Results.** Analysis of 6- and 12-month follow-up results showed statistically significant improvement in VAS, Oswestry, and SF-36 scores. The X-ray examination showed that the spacer installation preserved both the segmental motion and the intervertebral disc height. The obtained data testify to the comparability of application results of the authoring distraction device with those of other interspinous spacers.

**Conclusion.** The main indications for the use of interspinous distraction device are segmental instability, as well as prevention of secondary pathologic mobility in the operated spinal motion segment. Nitinol interspinous distraction device allows for elimination of segmental instability while preserving physiological range of motion.

**Key Words:** instability, lumbar spine, dynamic stabilization, interspinous spacer.

Для цитирования: Давыдов Е.А., Назаров А.С., Тюлькин О.Н., Ильин А.А., Коллеров М.Ю. Применение межостистого дистрактора из нитинола при хирургическом лечении сегментарной нестабильности в поясничном отделе позвоночника // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. №1. С. 76–82. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.1.76-82>.

Please cite this paper as: Davydov EA, Nazarov AS, Tyulkin ON, Ilyin AA, Kollerov MYu. Nitinol interspinous distraction device in surgical treatment of segmental instability of the lumbar spine. Hir. Pozvonoc. 2015;12(1):76–82. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.1.76-82>.

Согласно одним литературным источникам [11], вероятность появления болей в поясничном отделе позвоночника составляет около 50–70 %, по другим данным – 60–80 % [25], с распространенностью – около 18 % [29], а боль в спине является второй по частоте причиной обращения к врачу и третьей причиной госпитализации пациентов [1]. Хотя большинство эпизодов поясничных болей (80–90 %) исчезают в течение 2–3 мес., рецидив болевого синдрома возникает часто [20]. Из всех пациентов с поясничным остеохондрозом 5–10 % получают инвалидность из-за хронического болевого синдрома, на лечение которого уходит до 75–90 % стоимости [8, 23]. Несмотря на большое количество патологических состояний, которые могут быть причиной люмбагии, 85 % из этой группы классифицируются как неспецифические боли в нижней части спины (non specific low back pain) [15]. Одной из основных причин болей считают клинически значимую нестабильность в позвоночно-двигательном сегменте (ПДС) поясничного отдела позвоночника при отсутствии костных дефектов [17, 25].

Сегментарная нестабильность начала изучаться *in vivo* с 1944 г., когда Knutsson связал на основании функциональных рентгенограмм боли в поясничном отделе позвоночника с задним смещением позвонка при сгибании [30].

Клинические проявления нестабильности в ПДС являются широко обсуждаемым и до конца неизученным состоянием. White и Panjabi [35] определяют клиническую нестабильность как потерю позвоночником возможности поддерживать паттерн смещения при воздействии физиологических нагрузок без развития или усугубления неврологического дефицита, деформации или инвалидизирующей боли. Многие авторы выделяют механическую нестабильность, определяемую как невозможность ПДС адекватно переносить нагрузку, тогда как клиническая нестабильность включает в себя появление неврологического дефицита и/или болей [21, 30].

Сегментарная нестабильность в ПДС является частым состоянием и диагностируется у 20–30 % пациентов при первичных грыжах межпозвонковых дисков, а вторичная (послеоперационная) сегментарная нестабильность – в 38 % неудовлетворительных результатов [32, 34].

Вторичная сегментарная нестабильность после удаления грыж межпозвонковых дисков при рентгенологическом исследовании наблюдается у 35 % пациентов, причем у 60 % из них присутствует клиническая картина нестабильности [27]. Вместе с тем повторные оперативные вмешательства при синдроме неудачно оперированного позвоночника увеличивают частоту развития нестабильности в ПДС и эпидурального фиброза в 60 % случаев и более [18, 22]. Согласно отечественным исследованиям [3, 9], послеоперационная нестабильность в ПДС поясничного отдела позвоночника диагностировалась от 2 до 36 % случаев.

Kotilainen и Valtonen [24] выявили, что у 22 % пациентов после поясничной микродискэктомии возникли клинические и рентгенологические симптомы сегментарной нестабильности. Kotilainen [23] за пять лет наблюдений выявил признаки нестабильности у 39 пациентов, 38 % из них смогли вернуться к труду. Автор пришел к выводу об обязательном выявлении нестабильности в предоперационном периоде и инструментации ПДС при первичной операции.

Saunio [13] при наблюдении 520 пациентов, прооперированных по поводу грыжеобразования на поясничном уровне в течение 18 лет, наблюдал только у 31 (5,9 %) из них развитие нестабильности, потребовавшей проведения стабилизирующей операции, и пришел к выводу, что вторичная нестабильность встречается редко, а стабилизация во время первичной дискэктомии не является обязательной.

Длительное время золотым стандартом в лечении нестабильности в ПДС поясничного отдела являлась ригидная фиксация, достигае-

мая передним корпородезом, задним трансфораминальным межтеловым спондилодезом, задним транспедикулярным спондилодезом или сочетанием межтелового спондилодеза с транспедикулярной фиксацией (круговым спондилодезом 360°). Положительные результаты спондилодеза, по результатам разных исследователей [6, 7, 10, 12, 28], составляют от 15 до 96 %, а усредненный показатель – 68 %, но отдаленные результаты не выявили корреляции между высокой степенью спондилодеза и уменьшением болевого синдрома [16].

В то же время при ригидной фиксации перераспределение нагрузок на смежные сегменты приводит к развитию таких патологических состояний, как синдром смежного диска, резистентный болевой синдром, прогрессирование дегенеративного каскада в смежных ПДС, спондилоартроз [19, 26, 31]. Недостатки ригидной фиксации привели к пересмотру концепции ее применения у пациентов с болями, возникающими из-за сегментарной нестабильности в поясничном отделе позвоночника. Разработка более функционально адаптированного лечения основана, прежде всего, на понимании биомеханики отдельного ПДС и позвоночника в целом, как в норме, так и при патологических процессах.

Таким образом, сформировалась новая концепция хирургического лечения сегментарной нестабильности в поясничном отделе позвоночника с сохранением движения и эффектом динамической стабилизации ПДС. Динамическая стабилизация поясничного отдела позвоночника может быть определена как система хирургического лечения сегментарной нестабильности, которая благоприятно изменила бы движения и передачу нагрузки на ПДС, уменьшила бы избыточные движения в ПДС без его жесткой фиксации.

Следовательно, основной целью задней динамической стабилизации теоретически является локальное уменьшение гиперлордоза на уровне нестабильного сегмента. В результате

работы заднего динамического стабилизатора происходит смещение трансмиссии нагрузки, а измененная позиция позвонков ограничивает избыточные движения (сегментарную нестабильность) в сагиттальной (флексионно-экстензионной) и фронтальной плоскостях [5].

Выделяют три основных категории устройств, применяемых для задней динамической стабилизации: динамические транспедикулярные системы, межостистые спейсеры, системы тотального протезирования фасеточного сустава.

Межостистые спейсеры были введены в клиническую практику как возможная альтернатива ригидной фиксации при лечении нейрогенной хромоты и дискогенных болей в поясничном отделе позвоночника. Первый межостистый спейсер, система Wallis, разработан в 1986 г. и применен при оперативном лечении рецидива грыжи межпозвонкового диска. К другим наиболее распространенным системам относятся DIAM, «Coflex», «X-Stop».

Цель исследования – уточнение показаний к применению межостистых спейсеров и анализ результатов

хирургического лечения нестабильности в ПДС поясничного отдела позвоночника с применением межостистой динамической стабилизации.

### Материал и методы

Разработано и внедрено в клиническую практику устройство из нитинола, обеспечивающее динамическую стабилизацию ПДС, – межостистый дистрактор [2], общий вид которого представлен на рис. 1.

Известно, что костная ткань, наряду с гибкостью и вязкостью, проявляет в физиологических условиях живого организма свойства упругости, то есть характеризуется значительной (до 2 %) обратимой деформацией. Именно механическое упругое поведение костной ткани объясняет противоречие в поведении металлических жестких имплантатов, когда, несмотря на многократный запас прочности и высокий модуль упругости, они все-таки разрушались. Адекватность суммарного механического поведения живых тканей (костной, хрящевой и соединительной) и сплавов на основе никеля и титана (нитинола) позволяет считать металлокон-

струкции из нитинола более физиологичными и функциональными [4].

Дистрактор остистых отростков смежных позвонков выполнен из нитинолового стержня с эффектом запоминания формы. Температура восстановления формы +15–37 °С, усилие дистракции от 10 до 100 Н (более высокое усилие приводит к резорбции костной ткани и несостоятельности стабилизации). Устройство содержит силовой (рабочий) элемент и два элемента крепления к остистым отросткам. Силовой элемент имеет форму фрагмента синусоидальной волны, а на обоих концах от силового элемента размещены дугообразные загибы, повернутые выпуклостью кнаружи, выполнены каждый в виде крючков, которые являются продолжением дугообразного загиба и элементами крепления к остистым отросткам.

Предлагаемый способ лечения нестабильности в ПДС обладает минимальной травматичностью при установке дистрактора благодаря одностороннему доступу. После скелетирования остистых отростков на интересующем уровне со стороны пораженного нервного корешка подготавливаются выемки у нижней кромки верхнего и верхней кромки нижнего остистого отростка. Измеряется расстояние между остистыми отростками на уровне выемок и по нему определяется необходимый типоразмер дистрактора. Важно, чтобы расстояние между крючками устройства на 3–5 мм превышало расстояние между выемками. Дистрактор охлаждается в холодном стерильном физиологическом растворе с температурой от +5 до 0 °С, после чего деформируется с помощью зажимов так, чтобы максимально уменьшить диаметры волн силового элемента, а фиксирующие крючки необходимо разогнуть до параллельности их свободных концов. Параллельные концы крючков вводятся в подготовленное отверстие в межостистой связке и в выемки между остистыми отростками. После этого дистрактор орошается подогретым до +40–45 °С физиологическим раствором (рис. 2).

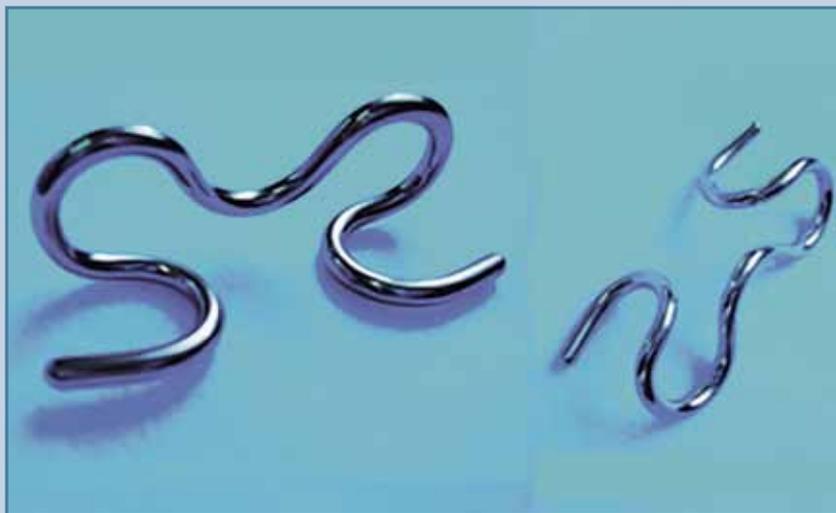


Рис. 1

Авторский межостистый дистрактор (общий вид конструкций разных типоразмеров)

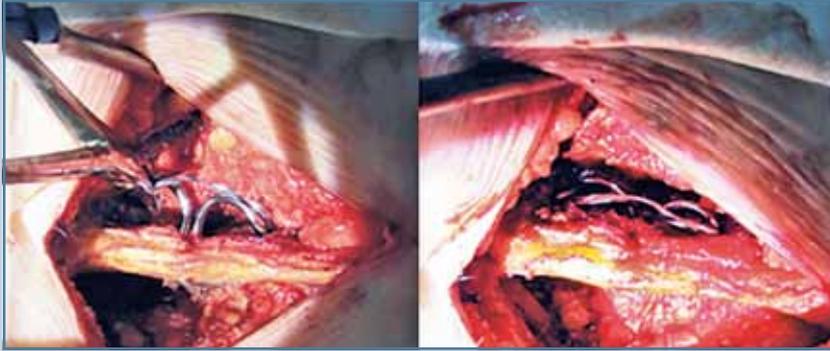


Рис. 2

Установка деформированного межостистого дистрактора (интраоперационная фотография)



Рис. 3

Пример правильно установленного дистрактора (послеоперационное обследование)

В процессе нагревания дистрактор стремится восстановить свою исходную (рабочую) форму, в результате чего крючки охватывают остистые отростки, волны силового элемента расправляются, дистрактор начинает работать. Силовой элемент располагается параллельно плоскости остистых отростков, практически вплотную к ним (рис. 3).

С применением межостистого дистрактора прооперировано 15 пациентов (5 мужчин, 10 женщин) 16–76 лет (средний возраст 46 лет).

В группу наблюдения включены ранее неоперированные пациенты, страдающие дегенеративно-дистрофическими изменениями поясничного отдела позвоночника, с клинической картиной люмбагии, радикулопатии или перемежающейся хромоты

и верифицированной сегментарной нестабильностью в ПДС, умеренными дегенеративными изменениями в межпозвоночном диске (до IV ст. по Pfirrmann включительно). В группу наблюдения также вошли больные с рецидивом симптоматики, имевшие в анамнезе оперативные вмешательства на поясничном отделе позвоночника по поводу остеохондроза.

Критериями для исключения больных из группы наблюдений стали выраженные дегенеративные изменения межпозвоночного диска, структуральные деформации поясничного отдела позвоночника, спондилолистезы любой этиологии, общесоматические заболевания, которые могли влиять на исход.

Предоперационное обследование пациентов включало ортопедоневрологический осмотр, МРТ и функциональную рентгенографию пояснично-крестцового отдела позвоночника, при необходимости электронейромиографию (в том числе функциональную), рентгеновскую или КТ-миелографию, а также анкетирование с помощью ВАШ и опросников Oswestry и SF-36.

Сегментарную нестабильность, выявляемую при функциональной спондилографии, определяли критериями White и Panjabi: сагиттальная трансляционная нестабильность при смещении более 4,5 мм или 15 %, сагиттальная ротационная нестабильность 15° на уровне L<sub>1</sub>–L<sub>2</sub>, L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub>, L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, 20° на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>, 25° на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>. МРТ выполняли в режимах T1 и T2 с целью изучения изменения замыкательных пластинок по Modic, дегенерации межпозвоночного диска по Pfirrmann и изменения фасеточных суставов по Weishaupt.

Установку межостистого дистрактора проводили при сегментарной нестабильности в ПДС, для профилактики сегментарной нестабильности при повторных операциях, уменьшения риска развития синдрома смежного диска при выполнении ригидной фиксации. Послеоперационное обследование проводили через 6 и 12 мес., оно включало в себя ортопедоневро-

логический осмотр, функциональную спондилографию и анкетирование пациентов.

Распределение пациентов в зависимости от дегенеративных изменений поясничного отдела позвоночника представлено в табл. 1.

Сегментарная нестабильность была верифицирована на уровне T<sub>12</sub>–L<sub>1</sub> в 1 случае, L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub> – в 2, L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> – в 5, L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> – в 7. Ни в одном случае межостистый дистрактор не был имплантирован на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub>.

### Результаты и их обсуждение

Период послеоперационного наблюдения составил 6–12 мес. Клинические результаты исследования представлены в табл. 2.

Анализ результатов обследования через 6 и 12 мес. показал статистически значимое улучшение результатов по ВАШ. Интенсивность боли существенно уменьшилась: 6 (40 %) пациентов полностью отказались от анальгетиков, 6 (40 %) принимали обезболивающие препараты только при появлении болей, 3 (20 %) не смогли отказаться от анальгетиков. Анкетирование по опросникам Oswestry и SF-36 выявило достоверное улучшение результатов в послеоперационном периоде, хотя по данным SF-36 при обследовании через 6 и 12 мес. не было статистически значимых отличий в результатах.

Рентгенологическое обследование показало, что после установки металлоконструкции сохраняются движения в позвоночно-двигательном сегменте и высота межпозвонкового диска. Вместе с тем межостистый дистрактор не вызывает развития локального кифоза (рис. 4).

Стабильность ПДС после имплантации межостистого спейсера в раннем послеоперационном периоде оценивали при выполнении функциональных спондилограмм после регресса болевого синдрома. Определяли ПДС как стабильный, если нижняя граница диапазона движений соответствовала физиологическим движениям, а верхняя граница лимитировалась критери-

Таблица 1

Распределение пациентов по нозологическим формам

Нозология	Пациенты, n
Грыжа межпозвонкового диска	3
Рецидив грыжи межпозвонкового диска	2
Дегенеративный стеноз позвоночного канала	5
Синдром смежного диска	2
Послеоперационная (вторичная) нестабильность	3

Таблица 2

Результаты анкетирования пациентов перед операцией, через 6 и 12 мес. после операции

Время анкетирования	ВАШ, среднее значение	ODI, среднее значение	SF-36	
			физический компонент	психологический компонент
Перед операцией	60,0	48,0	31,4	33,9
Через 6 мес. после операции	36,0	20,4	54,3	60,0
Через 12 мес. после операции	30,0	12,0	57,7	62,3

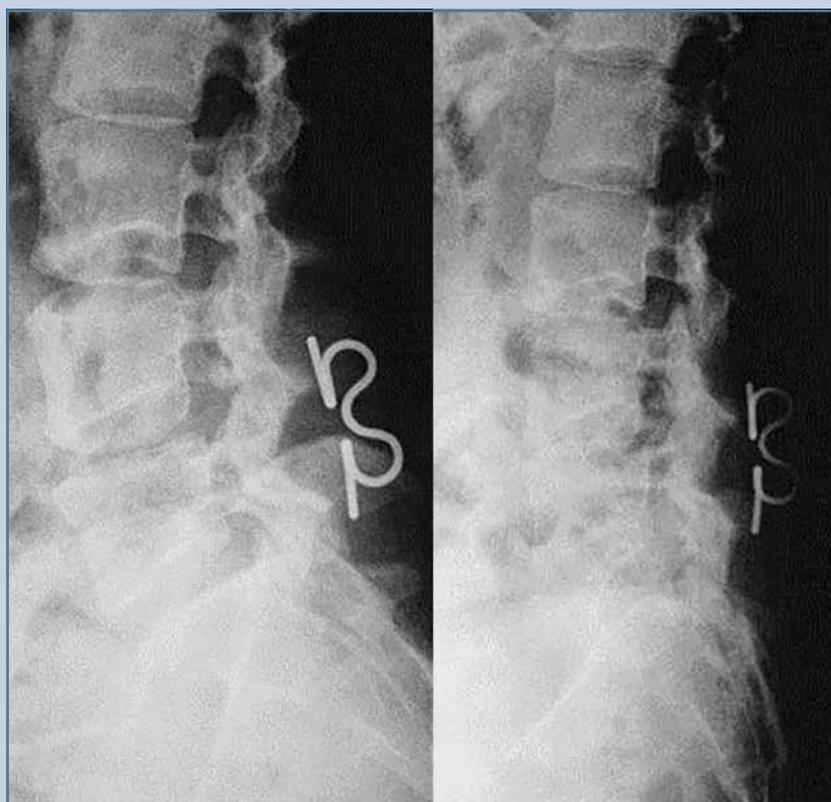


Рис. 4

Функциональная рентгенография через 1 год после хирургического лечения

Таблица 3

Изменение диапазона движений в позвоночно-двигательном сегменте поясничного отдела позвоночника в пред- и послеоперационном периоде в зависимости от вида нестабильности

Вид нестабильности (диапазон движений)	Позвоночно-двигательный сегмент									
	Th <sub>12</sub> –L <sub>1</sub> (n = 1)		L <sub>2</sub> –L <sub>3</sub> (n = 2)		L <sub>3</sub> –L <sub>4</sub> (n = 5)		L <sub>4</sub> –L <sub>5</sub> (n = 4)		L <sub>4</sub> –L <sub>5</sub> (n = 3)	
	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции
Трансляционная, мм	4,5	1,0	4,5	0,0–3,0	4,5–5,0	0,0–2,0	4,5–5,0	0,0–3,0	–	–
Ротационная, град.	–	–	–	–	–	–	–	–	22–25	15–20

ями нестабильности White и Panjabi. В табл. 3 представлены результаты измерения движений в ПДС в пред- и послеоперационном периодах.

В настоящее время ригидная фиксация остается основным методом в лечении сегментарной нестабильности. Вместе с тем клинические результаты применения таких систем не свидетельствуют о достаточной клинической эффективности, несмотря на достигнутый спондилодез, а выключение ПДС ведет к перераспределению нагрузки и дальнейшему прогрессированию дегенеративных изменений. Поиск новых решений привел к развитию концепции динамической стабилизации и появлению в практической медицине динамических систем стабилизации.

Различные биомеханические исследования доказали, что межостистая

стабилизация сохраняет подвижность в ПДС, предотвращает перегрузку смежных сегментов, стабилизирует сегмент при трансляции и ротации [14]. Межостистые спейсеры значительно изменяют внутридисковое давление на смежном уровне, а на имплантированном уровне нагружают межпозвонковый диск в нейтральном положении [33].

Наши результаты коррелируют с результатами исследований в литературных источниках, несмотря на малую выборку пациентов. Основными показаниями к применению межостистых спейсеров являются умеренная сегментарная нестабильность на фоне грыжеобразования и стеноза позвоночного канала, а также риск развития послеоперационной нестабильности. Наиболее успешные результаты достигнуты

при имплантации на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>, тогда как на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> обычно межостистые спейсеры не применяются из-за анатомических особенностей остистых отростков.

### Заключение

Основными показаниями к применению межостистого дистрактора являются сегментарная нестабильность, а также профилактика вторичной патологической подвижности в оперированном ПДС.

Межостистый дистрактор из нитинола позволяет устранить сегментарную нестабильность при сохранении физиологического диапазона движений.

### Литература/References

- Вознесенская Т.Г.** Боли в спине и конечностях // Болевые синдромы в неврологической практике / Под ред. А.М. Вейна и др. М., 1999. С. 217–283. [Voznesenskaya TG. Pain in back and limbs. In: Pain Syndromes in Neurologic Practice, ed. by A.M. Wein, T.G. Ascension, A.B. Danilov. Moscow, MED-press, 1999: 217–283. In Russian].
- Ильин А.А., Коллеров М.Ю., Давыдов Е.А.** Устройство для дистракции остистых отростков. Патент № 2453289. Дата подачи заявки 12.11.2010; дата публ. 20.06.2012, бюл. 17. [Ilin AA, Kollerov MJ, Davydov EA. Device for spinous process distraction. Patent RU 2453289. Date of filing: 12.06.2010; date of publication: 20.06.2012, Bul. 17. In Russian].
- Коновалов Н.А.** Прогнозирование микрохирургического лечения межпозвонковых дисков на пояснично-крестцовом уровне: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1999. [Konovalov NA. Prognosis for microsurgical treatment of intervertebral lumbosacral discs: Abstract of Cand. Med. Sc. Thesis. Moscow, 1999. In Russian].
- Левченко С.К.** Экспериментально-клиническое обоснование функциональной транспедикулярной стабилизации позвоночника: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2004. [Levchenko SK. Experimental clinical reasoning for functional transpedicular stabilization of the spine: Cand. Med. Sc. Thesis. Moscow, 2004. In Russian].
- Маркин С.П.** Задняя динамическая фиксация в хирургическом лечении поясничного остеохондроза: Дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2010. [Markin SP. Posterior dynamical fixation in surgical treatment for lumbar spine degenerative disease: Cand. Med. Sc. Thesis. Novosibirsk, 2010. In Russian].
- Миронов С.П., Ветрилэ С.Т., Ветрилэ М.С. и др.** Оперативное лечение спондилолистеза позвонка L<sub>5</sub> с применением транспедикулярных фиксаторов // Хирургия позвоночника. 2004. № 1. С. 39–46. [Mironov SP, Vetrile ST, Vetrile MS, et al. Surgical treatment for L5 spondylolisthesis with transpedicular fixators. Hir Pozvonoc. 2004;(1):39–46. In Russian].
- Панаськов А.В.** Нестабильность позвоночника при поясничном остеохондрозе: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2003. [Panaskov AV. Spinal instability in lumbar degenerative disc disease: Cand. Med. Sc. Thesis. St. Petersburg, 2003. In Russian].
- Романенков В.М., Самошенко А.Г.** Отдаленные результаты хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника // III съезд нейрохирургов России: Мат.-лы. СПб., 2002. С. 275–276. [Romanenkov VM, Samoshenkov AG.

- Long-term outcomes of surgical treatment for lumbar intervertebral disc herniation. In: Proceedings of the 3rd Congress of Neurosurgeons of Russia. St. Petersburg, 2002:275–276. In Russian].
9. **Сидоров Е.В.** Клиника, диагностика и хирургическое лечение стеноза поясничного отдела позвоночного канала: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2003. [Sidorov EV. Clinical picture, diagnosis, and surgical treatment for lumbar spinal canal stenosis: Abstract of Cand. Med. Sc. Thesis. Moscow, 2003. In Russian].
  10. **Симонович А.Е.** Хирургическое лечение дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника: Дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 2005. [Simonovich AE. Surgical treatment for lumbar spine degenerative disc disease: DMSc Thesis. Novosibirsk, 2005. In Russian].
  11. **Biering-Sorensen F.** Low back trouble in a general population of 30-, 40-, 50-, and 60-year-old men and women: Study design, representativeness and basic results. *Dan Med Bull.* 1982;29:289–299.
  12. **Bridwell KH, Sedgewick TA, O'Brien MF, et al.** The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis with spinal stenosis. *J Spinal Disord.* 1993;6:461–467.
  13. **Cauchoux J, Ficat C, Girard B.** Repeat surgery after disc excision. *Spine.* 1978;3:256–259.
  14. **Christie SD, Song JK, Fessler RG.** Dynamic interspinous process technology. *Spine.* 2005;30(16 Suppl): S73–S78.
  15. **Dillingham T.** Evaluation and management of low back pain: an overview. *State Art Rev.* 1995;9:559–574.
  16. **Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, et al.** 1997 Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine.* 1997;22:2807–2812.
  17. **Friberg O.** Lumbar instability: a dynamic approach by traction-compression radiography. *Spine.* 1987;12: 119–129.
  18. **Fritsch EW, Heisel J, Rupp S.** The failed back surgery syndrome: reasons, intraoperative findings, and long-term results: a report of 182 operative treatments. *Spine.* 1996;21:626–633.
  19. **Fritzell P, Hagg O, Wessberg P, et al.** Chronic low back pain and fusion: a comparison of three surgical techniques: a prospective multicenter randomized study from Swedish lumbar spine study group. *Spine.* 2002;27:1131–1141.
  20. **Hides J, Richardson C, Jull GA.** Multifidus recovery is not automatic following resolution of acute first-episode low back pain. *Spine.* 1996;21:2763–2769.
  21. **Indahl A, Velund L, Reikeraas O.** Good prognosis for low back pain when left untampered. *Spine.* 1995; 20:473–477.
  22. **Jonsson B, Stromqvist B.** Clinical characteristics of recurrent sciatica after lumbar discectomy. *Spine.* 1996;21:500–505.
  23. **Kotilainen E.** Long-term outcome of patients suffering from clinical instability after microsurgical treatment of lumbar disc herniation. *Acta Neurochir (Wien).* 1998;140:120–125.
  24. **Kotilainen E, Valtonen S.** Clinical instability of the lumbar spine after microdiscectomy. *Acta Neurochir (Wien).* 1993;125:120–126.
  25. **Long DM, BenDebba M, Torgenson WS, et al.** Persistent back pain and sciatica in the United States: patient characteristics. *J Spinal Disord.* 1996;9:40–58.
  26. **Lonstein JE, Denis F, Perra JH, et al.** Complications associated with pedicle screws. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1519–1528.
  27. **Mascarenhas AA, Thomas I, Sharma G, et al.** Clinical and radiological instability following standard fenestration discectomy. *Indian J Orthop.* 2009; 43:347–351. doi: 10.4103/0019-5413.55465
  28. **Masferrer R, Gomez CH, Karahalios DG, et al.** Efficacy of pedicle screw fixation in the treatment of spinal instability and failed back surgery: a 5-year review. *J Neurosurg.* 1998;89:371–377.
  29. **Nagi SZ, Riley LE, Newby LG.** A social epidemiology of back pain in a general population. *J Chron Dis.* 1973;26:769–779.
  30. **Panjabi MM.** Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13:371–379.
  31. **Park P, Garton HJ, Gala VC, et al.** Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine.* 2004;29:1938–1944.
  32. **Pope MH, Panjabi M.** Biomechanical definition of spinal instability. *Spine.* 1985;10:255–256.
  33. **Swanson KE, Lindsey DP, Hsu KY, et al.** The effects of an interspinous implant on intervertebral disc pressures. *Spine.* 2003;28:26–32.
  34. **Weiler PJ, King GJ, Gertzbein SD.** Analysis of sagittal plane instability of the lumbar spine in vivo. *Spine.* 1990;15:1300–1306.
  35. **White AA, Panjabi MM.** *Clinical Biomechanics of the Spine.* 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott, 1990. 752 p.

**Адрес для переписки:**  
 Давыдов Евгений Александрович  
 191014, Санкт-Петербург,  
 ул. Маяковского, 12,  
 d700@mail.ru

**Address correspondence to:**  
 Davydov Evgeny Aleksandrovich  
 Mayakovskogo str., 12,  
 St. Petersburg 191014, Russia,  
 d700@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 19.02.2014*

*Евгений Александрович Давыдов, д-р мед. наук, проф.; Александр Сергеевич Назаров, аспирант; Олег Николаевич Тюлькин, канд. мед. наук, Российский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова, Санкт-Петербург; Александр Анатольевич Ильин, д-р техн. наук, проф.; Михаил Юрьевич Коллеров, д-р техн. наук, Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского, Москва.*  
*Evgeny Aleksandrovich Davydov, MD, DMSc, Prof.; Aleksandr Sergeevich Nazarov, fellow; Oleg Nikolayevich Tyulkin, MD, PhD; Professor Polenov Russian Neurosurgical Research Institute, St. Petersburg; Aleksandr Anatolyevich Ilyin, DSc in Technics, Prof.; Mikhail Yuryevich Kollerov, DSc in Technics, Prof., Russian State Technologic University n.a. K.E. Tsiolkovsky, Moscow.*