

# Клинический случай регидратации межпозвонкового диска после динамической транспедикулярной фиксации с применением стержней из нитинола

Е.Н. Полторако, А.О. Гуша, М.Д. Древаль, А.А. Кашеев, С.О. Арестов, А.В. Вершинин

ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия

**Введение.** Представлен клинический случай пациентки с распространенным дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника в сочетании с клиническими и радиологическими признаками синдрома смежного диска.

**Материалы и методы.** Пациентка обратилась в нейрохирургическое отделение ФГБНУ НЦН с жалобами на боли в пояснице с иррадиацией по наружной поверхности левой ноги, онемением в данной зоне. В анамнезе – микрохирургическое удаление грыжи межпозвонкового диска на уровне L4–L5, L5–S1. На уровне L3–L4 по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) выявлена грыжа диска, по данным функциональной рентгенографии – признаки нестабильности. Для предотвращения дальнейшего прогрессирования дегенеративного каскада пациентке проведено оперативное вмешательство – динамическая транспедикулярная фиксация с применением стержней из нитинола – металла с эффектом памяти формы. До и после операции проводили клиническую оценку (по шкале боли ВАШ, анкете оценки качества жизни Освестри, модифицированной шкале Маспуб), МРТ поясничного отдела позвоночника (анализ степени дегенерации фиксированного и смежных сегментов по классификации Пфирмана), функциональную рентгенографию (оценка объема движений в фиксированном и смежном сегментах).

**Результаты.** Наблюдали значительное снижение боли в спине, полный регресс боли в ноге и улучшение качества жизни по сравнению с дооперационным уровнем. На МРТ через 12 мес после операции выявлены признаки регидратации и регенерации на фиксированном сегменте и отсутствие ускорения дегенерации на смежных сегментах.

**Выводы.** На основании полученных нами данных и аналогичных наблюдений из литературы можно заключить, что представленная методика является новым, перспективным направлением в лечении и профилактике болезни смежного диска.

**Ключевые слова:** дегенеративное поражение поясничного отдела позвоночника, динамическая транспедикулярная фиксация, динамические стержни из нитинола, регидратация и регенерация межпозвонкового диска.

**Для цитирования:** Полторако Е.Н., Гуша А.О., Древаль М.Д., Кашеев А.А., Арестов С.О., Вершинин А.В. Клинический случай регидратации межпозвонкового диска после динамической транспедикулярной фиксации с применением стержней из нитинола. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2018; 12(2): 55–61.

DOI: 10.18454/ACEN.2018.2.8

## A clinical case of the intervertebral disc rehydration after dynamic transpedicular fixation using nitinol rods

Ekaterina N. Poltorako, Artem O. Gushcha, Maxim D. Dreval, Alexey A. Kascheev, Sergey O. Arestov, Andrey V. Vershinin

Research Center of Neurology, Moscow, Russia

**Introduction.** The clinical case of a patient with a generalized degenerative lesion of the lumbar spine in combination with clinical and radiological signs of the adjacent disk syndrome is presented in the article.

**Materials and methods.** The patient turned to the neurosurgical department of the Research Center of Neurology with complaints of low back pain with irradiation on the external surface of the left leg, and numbness in this area. In the anamnesis: microsurgical removal of the HIVD at the levels L4–L5 and L5–S1. According to magnetic resonance imaging (MRI), a disc herniation and according to functional radiography – signs of instability were revealed at the level of L3–L4. In order to prevent further progression of the degenerative cascade, the patient underwent surgical intervention – dynamic transpedicular fixation with nitinol rods, a metal with shape memory effect. At pre- and postoperative periods we performed clinical evaluation (VAS pain scale, Oswestry quality of life assessment, modified Macnub scale), MRI of the lumbar spine (an analysis of the fixed and adjacent segments degeneration extent according to Pfirman classification), and functional radiography (estimation of the range of motion in the fixed and adjacent segments).

**Results.** We observed a significant reduction in back pain, a complete regression of leg pain and an improvement in the quality of life compared to the preoperative level. Twelve months after the surgery, on the MRI scan we observed signs of rehydration and regeneration on a fixed segment and the absence of acceleration of degeneration on adjacent segments.

**Conclusions.** Based on our data and similar observations from the literature, it can be concluded that the presented technique is a new and promising direction in the treatment and prevention of adjacent disk disease.

**Keywords:** dynamic transpedicular fixation, dynamic nitinol rods, rehydration and regeneration of the intervertebral disc.

**For citation:** Poltorako E.N., Gushcha A.O., Dreval M.D., Kascheev A.A., Arestov S.O., Vershinin A.V. [A clinical case of the intervertebral disc rehydration after dynamic transpedicular fixation using nitinol rods]. *Annals of clinical and experimental neurology* 2018; 12(2): 55–61 (In Russ.).

DOI: 10.18454/ACEN.2018.2.8

## Введение

Межпозвоночный диск (МПД) является наиболее важной стабилизирующей и опорной составной частью позвоночного столба, а также одной из основных причин болей в спине при дегенеративном поражении поясничного отдела позвоночника [1]. МПД состоит из фиброзного кольца (волоконистая хрящевая и соединительная ткань) и пульпозного ядра (протеогликаны). Большинство фибрилл в МПД состоит из коллагена типов I и II, а доминирующим среди протеогликанов является агрекан [2]. Протеогликаны, обладая гидрофильными свойствами, поддерживают адекватный тургор диска [3], что позволяет обеспечивать радиальное распределение компрессионной нагрузки [4].

Дегенерация диска связана с потерей протеогликанов [5], приводящей к снижению осмотического давления матрицы диска и последующей дегидратации МПД. Обезвоженный МПД не может равномерно распределить компрессионную нагрузку, и приложенная к нему нагрузка переносится на задний опорный комплекс. Компрессия спинномозговых нервных структур, гипертрофированные дегенерировавшие фасеточные суставы, а также сам дегенерировавший МПД могут быть причинами болей в спине [6].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) оценивает содержание жидкости в мягких тканях. В позвоночнике содержание жидкости в пульпозном ядре отражается на интенсивности сигнала МРТ. Признаками дегенерации МПД являются снижение интенсивности сигнала, а также уменьшение высоты диска, выявленные на T2-взвешенных изображениях МРТ [7].

Дегенеративно измененный МПД не может самостоятельно регенерировать. Кроме того, длительно существующее повышенное или неравномерное внутридисковое давление предотвращает регенерацию [8, 9]. Однако подходящие условия для регидратации МПД, а следовательно, и для его регенерации могут обеспечить distraction или стабилизация при помощи динамических транспедикулярных систем [10–14]. По результатам ретроспективного анализа клинических случаев и серии МРТ в опорные сроки мы обнаружили у ряда пациентов признаки регенерации пораженного МПД после операции по установке динамической стабилизирующей конструкции – транспедикулярной системы с применением динамических балок из нитинола. Настоящая статья посвящена наиболее показательному клиническому случаю.

## Описание случая

**Пациентка С.,** 28 лет, находилась на лечении в нейрохирургическом отделении Научного центра неврологии 17–25.11.2016 г.

**Жалобы при поступлении:** на интенсивные боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией по наружно-задней поверхности обеих ног, усиливающиеся при движениях – ходьбе, в положении сидя, при наклонах вперед, на чувство онемения по наружной поверхности левой ноги.

**Анамнез заболевания:** боли в спине беспокоят в течение последних 10 лет с периодическими обострениями на фоне физической нагрузки. В 2010 г. на фоне изменения характера интенсивности болей, а также иррадиации их по задней поверхности левой ноги при МРТ выявлены грыжи МПД на уровне L4–L5, L5–S1 слева. В связи с отсутствием эффекта от консервативной терапии проведено оперативное вмешательство – микрохирургическое удаление этих грыж МПД. В раннем послеоперационном периоде наблюдался полный регресс симптоматики. Через 2 года после операции пациентка стала испытывать периодические боли в спине, проходящие после отдыха. С сентября 2016 г. к боли в спине присоединились тянущие боли по задней поверхности правой голени. При МРТ от 14.10.2016 г. выявлена парамедианная грыжа МПД с латерализацией вправо на уровне L3–L4, значительно сужающая позвоночный канал, с признаками выраженной компрессии нервных структур на данном уровне. Срок консервативной терапии (стероидные и нестероидные противовоспалительные средства, сосудистые и витаминные препараты, физиотерапевтическое лечение) составил около 3 мес без явного клинического результата.

**Неврологический статус:** сознание ясное, правильно ориентирована в месте, времени и собственной личности. Фон настроения снижен. Черепные нервы интактны. Менингеальных знаков нет. Ограничение объема активных движений в левой ноге за счет выраженного болевого синдрома. Мышечная сила в конечностях достаточная. Сухожильные и периостальные рефлексы живые, симметричные. Выраженная радикулопатия в зоне иннервации L4-корешка слева, нарушение поверхностной чувствительности – гипестезия в зоне L4 слева. Координаторные пробы выполняются. Походка анталгическая. Функции тазовых органов не нарушены. Симптом Ласега положительный с двух сторон, слева – 30°, справа – 60°.

**Дополнительные методы исследования:** рутинные общеклинические и биохимические анализы крови, мочи, рентгенография органов грудной клетки – без особенностей.

**МРТ поясничного отдела позвоночника:** распространенные дегенеративные изменения поясничного отдела позвоночника – спондилез, спондилоартроз (рис. 1). Стеноз позвоночного канала на уровне L3–L4, парамедианная грыжа МПД с латерализацией вправо на уровне L3–L4, значительно компремирующая нервные структуры на данном уровне. Послеоперационные изменения на уровнях L4–L5, L5–S1 слева, без признаков компрессии на дан-

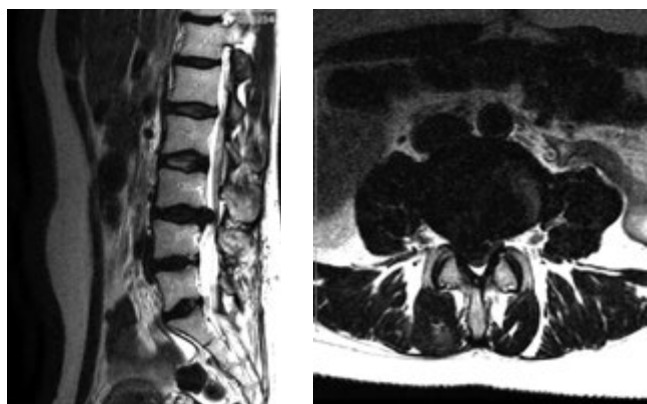


Рис. 1. МРТ до операции: грыжа МПД на уровне L3–L4: сагиттальный (А) и аксиальный (В) срезы

Fig. 1. MRI before surgery: disc hernia at the level of L3–L4, sagittal (A) and axial (B) sections



Рис. 2. Функциональная рентгенография поясничного отдела позвоночника. Нестабильность на уровне L3–L4  
А – сгибание; В – разгибание позвоночника

Fig. 2. Functional radiography of the lumbar spine. Instability at the level of L3–L4

A – flexion; B – extension of the spine

ном уровне. По классификации Пфирмана [15] указанные изменения на пораженных сегментах соответствуют: на уровне L3–L4 – IV стадии, L4–L5 и L5–S1 – IV стадии, L2–L3 – III стадии.

**Функциональная рентгенография поясничного отдела позвоночника:** на рентгенограммах поясничного отдела позвоночника в двух проекциях высота тел позвонков не изменена, несколько снижена высота L4–L5, L5–S1 (рис. 2). Замыкательные пластинки тел соответствующих позвонков субхондрально уплотнены. Лордоз сглажен. Признаки нестабильности позвонков на уровне L3–L4 в виде увеличения угла между замыкательными пластинами позвонков более  $11^\circ$  при сгибании и разгибании.

Учитывая жалобы пациентки (интенсивные боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в ноги, на-

личие чувствительных нарушений), анамнез заболевания (его длительность, наличие многоуровневых дегенеративных поражений, двух оперативных вмешательств в анамнезе), данные клиничко-неврологического осмотра (радикулопатия и гестезия в проекции корешка L4 слева, положительные симптомы натяжения корешков), данные дополнительных методов обследования – МРТ поясничного отдела позвоночника (парамедианная грыжа диска с латерализацией вправо на уровне L3–L4, значительно компрессирующая нервные структуры на данном уровне), функциональной рентгенографии (наличие признаков нестабильности позвонков на уровне L3–L4), а также отсутствие значимого положительного клинического эффекта от консервативной терапии, было принято решение о необходимости оперативного вмешательства – интерламинарной микрохирургической декомпрессии позвоночного канала на уровне L3–L4, удалении грыжи МПД на уровне L3–L4 справа, установке стабилизирующей конструкции.

Принимая во внимание тот факт, что у пациентки присутствуют многоуровневые дегенеративные изменения поясничного отдела позвоночника, а в анамнезе – перенесенные оперативные вмешательства на уровне L4–L5 и L5–S1, очевидны клинические и рентгенологические проявления болезни смежного диска. С целью прекращения прогрессирования дегенеративного каскада и предотвращения дегенерации вышележащего уровня было принято решение о динамической транспедикулярной фиксации с установкой стержней из титанола – металла с эффектом памяти формы.

### Оперативная техника

Произведен срединный разрез кожи и мягких тканей на уровне L2–L5. Скелетированы дужки и остистые отростки на всем протяжении доступа. Произведена интерламинарная микрохирургическая декомпрессия позвоночного канала на уровне L3–L4 слева, левосторонняя частичная фасэктомия, фораминотомия на уровне L3–L4 слева. Отмечена зона компрессии корешков L3 и L4 слева, нестабильность на уровне L3–L4. Произведена секвестрэктомия на уровне L3–L4 слева, ревизия диска на этом уровне. В ножки позвонков L3 и L4 введены транспедикулярные винты  $6,5 \times 45$  мм (системы «Legacy Medtronic»), они соединены с помощью динамических стержней из титанола диаметром 5 мм, длиной 45 мм, закреплены гайками. Установлена и собрана динамическая транспедикулярная система стабилизации на уровне L3–L4 с применением динамических стержней из титанола (рис. 3). Произведен тщательный гемостаз. Рана послойно ушита. Наложён внутрикожный шов. Время операции составило 3 ч, объём кровопотери – около 200 мл.

Пациентка активизирована на 1-е сут после операции. В раннем послеоперационном периоде отмечались локальные боли в спине, тянущие ощущения в зоне операции, регрессировавшие по мере заживления раны. Боли в ноге практически полностью регрессировали, отмечались эпизодически в виде тянущих ощущений в голени первые 3 дня. В послеоперационном периоде получала стандартную антибиотикопрофилактику (цефобид 2,0 внутримышечно 2 раза в день, 5 дней), НПВС по требованию. Проводились ежедневные перевязки, рана зажила первичным натяжением, без признаков воспаления, шов не снимался.

В течение года после операции пациентка занималась самостоятельной реабилитацией в виде лечебной физкульту-



**Рис. 3.** Интраоперационный вид раны: интерламинарная микродекомпрессия на уровне L3–L4, динамическая транспедикулярная система с применением стержней из нитинола

**Fig. 3.** Intraoperative wound appearance: interlaminar microdecompression at the level of L3–L4, dynamic transpedicular system with the use of nitinol rods

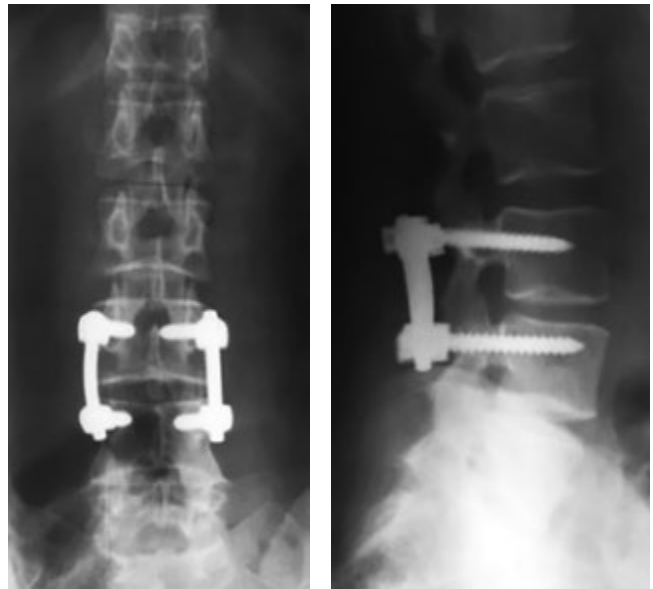
туры с комплексом специальных упражнений для спины, проходила курсы массажа и физиотерапевтического лечения. Постепенно пациентка полностью вернулась к труду и своим обычным бытовым нагрузкам.

В настоящий момент чувствительность в ноге восстановилась полностью, боли в ноге не отмечает. Периодически беспокоят болевые ощущения в пояснице после длительной физической нагрузки.

### Рентгенологическая оценка результатов

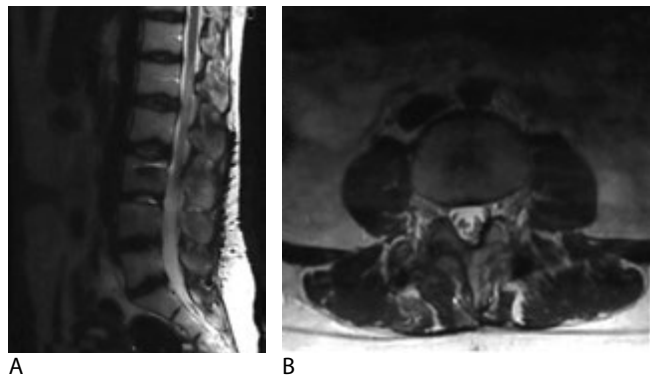
Объективно результаты оценивали на основании данных стандартной обзорной рентгенографии в двух проекциях (рис. 4), функциональной рентгенографии и МРТ поясничного отдела позвоночника через 1 год после оперативного вмешательства (рис. 5).

На до- и послеоперационных МРТ оценивали степень дегенеративных изменений МПД на фиксированном и смежных позвоночно-двигательных сегментах по классификации Пфирмана (табл. 1). Классификация дегенерации диска по Пфирману, в отличие от классификации Modic, оценивает следующие факторы: структуру диска, наличие дифференцировки на пульпозное ядро и фиброзное кольцо, интенсивность сигнала МРТ в T2-режиме, высоту диска. Согласно данной классификации различают 5 степеней дегенерации диска, где I степень – неизмененный диск, а V – коллапс диска (черный на T2-взвешенном изображении МРТ диск).



**Рис. 4.** Послеоперационная рентгенография (3-и сутки после операции) – положение системы стабилизации корректное  
А – прямая проекция, В – боковая проекция

**Fig. 4.** Postoperative radiography (3 days after the operation) – the position of the stabilization system is correct  
A – direct projection, B – lateral projection



**Рис. 5.** Послеоперационная МРТ через 1 год после операции: сагиттальный (А) и аксиальный (В) срезы  
Послеоперационные изменения на уровне L3–L4, стеноз позвоночного канала устранен, положение динамической транспедикулярной конструкции корректно

**Fig. 5.** Postoperative MRI 1 year after surgery, sagittal (A) and axial (B) sections  
Postoperative changes at the level of L3–L4, stenosis of the spinal canal is eliminated, the position of the dynamic transpedicular structure is correct

Таким образом, при МРТ через 1 год с момента операции на фиксированном уровне практически полностью отсутствующий в T2-взвешенном изображении сигнал стал неоднородным (рис. 6), диск сохранил нормальную высоту, что свидетельствует о процессе регидратации/регенерации диска. В то же время состояние смежных сегментов осталось на дооперационном уровне, что говорит об отсутствии феномена ускоренной дегенерации – синдрома сегмента смежного диска. Необходимо более длительное наблюдение пациентки в катамнезе с проведением МРТ в динамике.

Таблица 1. Оценка дегенерации дисков по классификации Пфирмана

Table 1. Evaluation of disk degeneration according to Pfirmann classification

Оцениваемый уровень / Level under estimation	MPT до операции / MRI before surgery	MPT через 1 год после операции / MRI 1 year after surgery
L3–L4 (фиксированный с помощью динамической транспедикулярной фиксации) / L3–L4 (fixed with dynamic transpedicular fixation)	IV	III
L2–L3 (смежный диск) / L2–L3 (adjacent segment)	III	III
L4–L5 (оперированный ранее) / L4–L5 (which underwent surgery earlier on)	IV	IV
L5–S1 (оперированный ранее) / L5–S1 (which underwent surgery earlier on)	IV	IV

Таблица 2. Клиническая оценка боли и качества жизни

Table 2. Clinical evaluation of pain and quality of life

Оцениваемый фактор / Factor under estimation	До операции / Before surgery	В раннем послеоперационном периоде / In early post-surgery period	Через 1 год после операции / 1 year after surgery
ВАШ в спине / VAS in back	7	4	2
ВАШ в ноге / VAS in leg	8	2	0
Индекс Освестри, % / Oswestry index, %	62	25	12



А В  
Рис. 6. МРТ пациентки С., сагиттальный срез до (А) и после (В) операции.

На МРТ четко визуализируются послеоперационные изменения цвета сигнала и его неоднородность на фиксированном сегменте, что свидетельствует о процессе регидратации (регенерации) в диске

Fig. 6. MRI of patient С., sagittal section before (А) and after (В) surgery. The MRI accurately visualizes the postoperative color change of the signal and its heterogeneity on the fixed segment, which indicates the process of rehydration (regeneration) in the disk

### Клиническая оценка результатов

Согласно клинической оценке по неврологическим опросникам (шкала боли ВАШ, анкета оценки качества жизни Освестри) отмечалось значительное снижение боли по сравнению с дооперационным уровнем, а также заметное улучшение показателей качества жизни (табл. 2). По модифицированной шкале Маспуб пациентка оценивает результат как отличный.

### Обсуждение

Уменьшение содержания жидкости в пульпозном ядре приводит к снижению гидростатического давления [7], которое может непосредственно влиять на запуск дегенера-

тивного и регенеративного каскада [8]. Неспособность дегенерировавшего МПД равномерно распределять нагрузку может приводить к возникновению боли в спине [16, 17] и изменению других анатомических структур позвоночника: гипертрофии фасеточных суставов, стенозу позвоночного канала, нестабильности позвонков [18]. Кроме того, пониженное содержание протеогликанов в МПД приводит к увеличению иннервации диска и неоваскуляризации, что также является причиной боли в спине [19]. Нестабильность и нефизиологичные движения в пораженном сегменте также ускоряют развитие дегенеративного каскада [20].

Многочисленные исследования показали, что осевая дистракция МПД индуцирует экспрессию генов внеклеточного матрикса [11] и влияет на питание диска с помощью движения жидкости внутри него [21]. Однако осевую дистракцию можно достичь только путем установки стабилизирующей системы. Пациентам с грыжами МПД и сегментарной нестабильностью показана стабилизирующая операция, и ограничиваться только микрохирургической дискэктомией нецелесообразно.

Поясничный спондилодез широко применяется в хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника, таких как нестабильность и стеноз позвоночного канала [22]. На трупном материале W. Schmoelz и соавт. не выявили большой разницы во внутридисковом давлении на фиксированном сегменте при сравнении ригидных и динамических систем стабилизации [23]. Однако динамические транспедикулярные системы, благодаря поддержанию близкой к физиологической подвижности фиксированного позвоночно-двигательного сегмента и более равномерному распределению нагрузки в нем, создают условия, необходимые для регенерации МПД [13], и могут препятствовать развитию синдрома смежного диска [24]. По данным нескольких проведенных исследований, установка стабилизирующей системы по сравнению с изолированной декомпрессией без стабилизации улучшает исходы лечения [25, 26]. Однако установка ригидной конструкции с созданием спондилодеза повышает риск ускорения дегенерации смежного сегмента. При ретроспективной оценке окончательного радиологического результата у пациентов с

визуализированной по данным МРТ регидратацией диска ускорения дегенерации на смежных сегментах не отмечено. Мы не можем утверждать, что регидратация диска после динамической транспедикулярной фиксации влияет на клинический исход, однако она играет большую прогностическую роль в отсроченном периоде.

Динамические транспедикулярные системы – это относительно новая форма стабилизации, применяемая при лечении дегенеративных заболеваний позвоночника [25]. Динамическая конструкция одновременно выполняет несущую опорную функцию и распределяет нагрузку между составными компонентами позвоночно-двигательного сегмента, тем самым сохраняя физиологические движения в нем. Таким образом, эти системы компенсируют нефизиологические нагрузки и ограничивают патологические движения [20, 26], что приводит к созданию необходимых условий окружающей среды для регидратации и даже регенерации МПД. По данным различных клинических исследований, динамические системы предотвращают прогрессию дегенерации на фиксированном уровне после операции [27, 28].

R.C. Mulholland и соавт. утверждают, что причиной боли в спине изначально является неравномерное распределение нагрузки через дегенеративно измененный МПД [29], а не увеличение объема движений в сегменте. Недостаточная трансляция и дисбаланс в переносе нагрузки на диск приводят к появлению боли. Они также заявили, что основной целью любого стабилизирующего устройства является ограничение подвижности в позвоночно-двигательном сегменте [29]. В настоящее время применяются различные варианты динамических стабилизирующих систем, в том числе «Safinaz» («MedikonAS»), «Dynesys» («Zimmer»), «Cosmic» («Ulrich GmbH & Co. KG»), «Graf» («Neoligaments»), «FASS» («AO International»). Мы использовали динамические стержни из нитинола.

J.C. Lotz и соавт. отмечали обширную гибель клеток в пульпозном ядре и фиброзном кольце после длительных периодов высокого стресса, а также увеличение количества апоптотических клеток пропорционально повышению стрессовой нагрузки [9]. M. Kasra и соавт. показали, что кратковременная нагрузка может стимулировать синтез протеина, в то время как пролонгированная нагрузка приводит к деградации протеина и блокирует синтез белка в клетках фиброзного кольца [8]. D.K. Sengupta и соавт. выявили, что динамические стабилизирующие системы создают благоприятные условия для работы фактора роста и стволовых клеток при регенерации МПД [13]. Эти исследования клеточной структуры демонстрируют значение гидростатического давления и стабилизации при дегенерации МПД.

В исследованиях на животных продемонстрировано, что сжимающие нагрузки вызывают дегенерацию МПД, а по-

сле инструментальной фиксации состояние диска улучшается и процесс дегенерации останавливается [11, 20]. В опытах *in vivo* на новозеландских белых кроликах использовали выполненный на заказ прибор, прикладывающий сжимающую нагрузку на МПД, что приводило к дегенерации диска за 28 дней. После компрессионного периода этим кроликам еще на 28 дней устанавливали динамическую стабилизирующую конструкцию. После distraction высоты МПД увеличивалась, интенсивность сигнала МРТ повышалась, уменьшалось количество апоптотических клеток и улучшалась морфологическая структура фиброзного кольца.

M. Putzier и соавт. сравнивали группы две пациентов – после изолированной микродискэктомии и после микродискэктомии со стабилизацией [27]. После 34 мес прогрессирования дегенерации во второй группе не отмечено. Однако A. Kumar и соавт. наблюдали прогрессирование дегенерации на фиксированном уровне у 56% больных после динамической стабилизации [24].

V.Y. Cho и соавт. описали клинический случай с очевидной регенерацией МПД, визуализированной на МРТ через 1 год после динамической стабилизации [10]. M. Bordes-Monmeneu и соавт. сообщили о регидратации МПД у 9 (45%) из 20 пациентов через 9 мес после динамической стабилизации [30]. Эти наблюдения поддерживают теорию о том, что сохранение физиологической подвижности и сбалансированное распределение нагрузки являются необходимыми условиями для регенерации МПД.

Применение динамических стабилизирующих систем при дегенеративном поражении позвоночника не гарантирует, что регидратация МПД на дегенерировавшем сегменте станет важным фактором в лечении пациента. На ранней стадии дегенерации этот процесс может быть обратимым. Однако стабилизирующая операция становится неизбежной для пациентов с прогрессирующей дегенерацией, тогда как спонтанный спондилодез формируется самостоятельно на конечной стадии регенерации. Частичная микродискэктомия рекомендуется при изменениях I–II стадии по Пфирману. Агрессивная субтотальная дискэктомия в последующем приводит к формированию спонтанного спондилодеза.

Таким образом, согласно полученным нами данным, а также на основании анализа литературы, динамическую транспедикулярную фиксацию с установкой стержней из нитинола можно рассматривать как возможный метод управляемой регенерации МПД у пациентов с дегенеративными поражениями позвоночника и проявлениями синдрома смежного диска.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare there is no conflict of interest.*

## Список литературы/References

- Zhao C.Q., Wang L.M., Jiang L.S., Dai L.Y. The cell biology of intervertebral disc aging and degeneration. *Ageing Res Rev* 2007; 6: 247–261. DOI: 10.1016/j.arr.2007.08.001. PMID: 17870673.
- Hickey D.S., Hukins D.W. X-ray diffraction studies of the arrangement of collagenous fibres in human fetal intervertebral disc. *J Anat* 1980; 131: 81–90. PMID: 7440405.
- Hukins D.W. A simple model for the function of proteoglycans and collagen in the response to compression of the intervertebral disc. *Proc Biol Sci* 1992; 249: 281–285. DOI: 10.1098/rspb.1992.0115. PMID: 1359558.
- Sengupta D.K., Herkowitz H.N. Pedicle screw-based posterior dynamic stabilization: literature review. *Adv Orthop* 2012; 424268. DOI: 10.1155/2012/424268. PMID: 23227349.
- Lyons G., Eisenstein S.M., Sweet M.B. Biochemical changes in intervertebral disc degeneration. *Biochim Biophys Acta* 1981; 673: 443–453. PMID: 7225426.
- Coppes M.H., Marani E., Thomeer R.T., Groen G.J. Innervation of “painful” lumbar discs. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997; 22: 2342–2349. PMID: 9355214.
- Kasra M., Goel V., Martin J. et al. Effect of dynamic hydrostatic pressure on rabbit intervertebral disc cells. *J Orthop Res* 2003; 21: 597–603. DOI: 10.1016/S0736-0266(03)00027-5. PMID: 12798057.
- Haughton V. Medical imaging of intervertebral disc degeneration: current status of imaging. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004; 29: 2751–2756.
- Lotz J.C., Chin J.R. Intervertebral disc cell death is dependent on the magnitude and duration of spinal loading. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000; 25: 1477–1483. PMID: 10851095.
- Cho B.Y., Murovic J., Park K.W., Park J. Lumbar disc rehydration postimplantation of a posterior dynamic stabilization system. *J Neurosurg Spine* 2010; 13: 576–580. DOI: 10.3171/2010.5.SPINE08418. PMID: 21039146.
- Guehring T., Omlor G.W., Lorenz H. et al. Disc distraction shows evidence of regenerative potential in degenerated intervertebral discs as evaluated by protein expression, magnetic resonance imaging, and messenger ribonucleic acid expression analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 1658–1665. DOI: 10.1097/01.brs.0000224558.81765.56. PMID: 16816759.
- Schnake K.J., Putzier M., Haas N.P., Kandziora F. Mechanical concepts for disc regeneration. *Eur Spine J* 2006; 15 (Suppl 3): S354–S360. DOI: 10.1007/s00586-006-0176-y. PMID: 16835733.
- Sengupta D.K., Mulholland R.C. Fulcrum assisted soft stabilization system: a new concept in the surgical treatment of degenerative low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005; 30: 1019–1029. PMID: 15864153.
- Carragee E.J., Han M.Y., Suen P.W., Kim D. Clinical outcomes after lumbar discectomy for sciatica: the effects of fragment type and anular competence. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A(1): 102–108. PMID: 12533579.
- Pfirmsmann C.W., Metzendorf A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001; 26: 1873–1878. PMID: 11568697.
- Wiltse L.L., Spencer C.W. New uses and refinements of the paraspinal approach to the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 1988; 13(6): 696–706. PMID: 3175760.
- Urban J.P., Roberts S. Degeneration of the intervertebral disc. *Arthritis Res Ther* 2003; 5: 120–130. PMID: 12723977.
- Adams M.A., McNally D.S., Dolan P. ‘Stress’ distributions inside intervertebral discs: the effects of age and degeneration. *J Bone Joint Surg Br* 1996; 78: 965–972. PMID: 8951017.
- Freemont A.J., Peacock T.E., Goupille P. et al. Nerve ingrowth into diseased intervertebral disc in chronic back pain. *Lancet* 1997; 350: 178–181. PMID: 9250186.
- Kroeber M., Unglaub F., Guehring T. et al. Effects of controlled dynamic disc distraction on degenerated intervertebral discs: an *in vivo* study on the rabbit lumbar spine model. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005; 30: 181–187. PMID: 15644753.
- Urban J.P., Smith S., Fairbank J.C. Nutrition of the intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004; 29: 2700–2709. PMID: 15564919.
- Bono C.M., Kadaba M., Vaccaro A.R. Posterior pedicle fixation-based dynamic stabilization devices for the treatment of degenerative diseases of the lumbar spine. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22: 376–383. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31817c6489. PMID: 19525796.
- Schmoelz W., Huber J.F., Nydegger T. et al. Influence of a dynamic stabilization system on load bearing of a bridged disc: an *in vitro* study of intradiscal pressure. *Eur Spine J* 2006; 15: 1276–1285. PMID: 16429291.
- Ozer A.F., Crawford N.R., Sasani M. et al. Dynamic lumbar pedicle screw-rod stabilization: two-year follow-up and comparison with fusion. *Open Orthop J* 2010; 4: 137–141. DOI: 10.2174/1874325001004010137. PMID: 20448815.
- Kumar A., Beall J., Hughes J. et al. Disc changes in the bridged and adjacent segments after Dynesys dynamic stabilization system after two years. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33: 2909–2914. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31818bdca7. PMID: 19092623.
- Kaner T., Ozer A.F. Dynamic stabilization for challenging lumbar degenerative diseases of the spine: a review of the literature. *Adv Orthop* 2013; 2013: 753470. DOI: 10.1155/2013/753470. PMID: 23662211.
- Putzier M., Schneider S.V., Funk J.F. et al. The surgical treatment of the lumbar disc prolapse: nucleotomy with additional transpedicular dynamic stabilization versus nucleotomy alone. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005; 30: E109–E114. PMID: 15738772.
- Schnake K.J., Schaeren S., Jeanneret B. Dynamic stabilization in addition to decompression for lumbar spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 442–449. PMID: 16481955.
- Mulholland R.C., Sengupta D.K. Rationale, principles and experimental evaluation of the concept of soft stabilization. *Eur Spine J* 2002; 11 (Suppl. 2): S198–S205. DOI: 10.1007/s00586-002-0422-x. PMID: 12384745.
- Bordes-Monmeneu M., Bordes-Garcia V., Rodrigo-Baeza F., Saez D. System of dynamic neutralization in the lumbar spine: experience on 94 cases. *Neurocirugia (Astur)* 2005; 16: 499–506. PMID: 16378132

**Информация об авторах:** Полторако Екатерина Николаевна – врач-нейрохирург нейрохирургического отделения ФГБНУ НЦН. 125367 Россия, Москва, Волоколамское ш., д. 80. E-mail: dr.poltorako@mail.ru;  
 Гуца А.О. – д.м.н., проф., зав. нейрохирургическим отделением ФГБНУ НЦН;  
 Древал М.Д. – к.м.н., м.н.с. нейрохирургического отделения ФГБНУ НЦН, Москва, Россия;  
 Кашеев А.А. – к.м.н., н.с. нейрохирургического отделения ФГБНУ НЦН, Москва, Россия;  
 Арестов С.О. – к.м.н., с.н.с. нейрохирургического отделения ФГБНУ НЦН, Москва, Россия;  
 Вершинин А.В. – к.м.н., м.н.с. нейрохирургического отделения ФГБНУ НЦН, Москва, Россия

**Information about the authors:** Ekaterina N. Poltorako, neurosurgeon of Neurosurgery Department, Research Center of Neurology, 125367, Moscow, Russia, Volokolamskoe sh., 80. E-mail: dr.poltorako@mail.ru;  
 Artem O. Gushcha, D.Sci. (Med.), Prof., Head of Neurosurgery Department, Research Center of Neurology, Moscow, Russia;  
 Maxim D. Dreval, PhD, junior researcher of Neurosurgery Department, Research Center of Neurology, Moscow, Russia;  
 Alexey A. Kascheev, PhD, researcher of Neurosurgery Department, Research Center of Neurology, Moscow, Russia;  
 Sergey O. Arestov, PhD, senior researcher of Neurosurgery Department, Research Center of Neurology, Moscow, Russia;  
 Andrey V. Vershinin, PhD, junior researcher of Neurosurgery Department, Research Center of Neurology, Moscow, Russia