

© Коллектив авторов, 2017

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ МНОГОУРОВНЕВОГО СТЕНОЗА ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА В ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ В РАМКАХ МУЛЬТИЦЕНТРОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

А.О. Гуца, С.В. Колесов, Е.Н. Полторако, Д.А. Колбовский, А.И. Казьмин

ФГБНУ «Научный центр неврологии», ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, РФ

Цель: сравнить результаты хирургического лечения пациентов с многоуровневым стенозом позвоночного канала в поясничном отделе.

Пациенты и методы. Проведено проспективное рандомизированное мультицентровое исследование, в которое вошел 71 пациент в возрасте 41–79 лет. В 1-й группе (n=38) проводили стандартную широкую декомпрессию позвоночного канала, транспедикулярную фиксацию одного клинически и рентгенологически значимого позвоночно-двигательного сегмента с применением ригидной стабилизации и межтеловым спондилодезом. Пациентам 2-й группы (n=33) выполнялась микродекомпрессия позвоночного канала, транспедикулярная фиксация одного клинически и рентгенологически значимого сегмента с применением балок транспедикулярного аппарата из нитинола. Оценку результатов проводили с помощью визуальной-аналоговой шкалы боли, опросников ODI, SF-36, на основании данных рентгенографии, КТ и МРТ.

Результаты. Средний срок наблюдения составил 1,5 года, максимальный — 3 года. В обеих группах констатировали заметное уменьшение боли и улучшения качества жизни по сравнению с дооперационным уровнем, причем значительной разницы между группами выявлено не было. При изучении функциональных рентгенограмм подвижность в стабилизированном сегменте сохранялась в пределах 5° (4,2–6,5°) только у пациентов 2-й группы. Болезнь смежного сегмента через 12 мес после операции констатировали у 1 пациента 1-й группы.

Заключение. Полученные предварительные данные позволяют говорить о динамической транспедикулярной фиксации с применением стержней из нитинола как об эффективном методе хирургического лечения дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника.

Ключевые слова: транспедикулярная фиксация, динамические балки из нитинола, динамическая стабилизация, полуригидная стабилизация, металл с эффектом памяти формы.

Surgical Treatment of Multilevel Lumbar Vertebral Canal Stenosis Using Dynamic Stabilization. Multicenter Study

A.O. Gushcha, S.V. Kolesov, E.N. Poltorako, D.A. Kolbovskiy, A.I. Kaz'min

Scientific Center of Neurology; N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Purpose: to compare the results of surgical treatment of patients with multilevel lumbar vertebral canal stenosis.

Patients and methods. Prospective randomized multicenter study included 71 patients aged 41 – 79 years. In the 1st group of patients (n=38) a standard wide decompression of the spinal canal, transpedicular fixation of one clinically and roentgenologically significant spinal motion segment using rigid stabilization and interbody fusion was performed. In the 2nd group (n=33) microdecompression of the spinal canal, transpedicular fixation of one clinically and roentgenologically significant segment using the rods of nitinol transpedicular device. The results were assessed by the pain VAS, ODI and SF-36 questionnaires, roentgenologic, CT and MRI data.

Results. Mean follow up made up 1.5 years, the maximum one – 3.0 years. Significant pain relief and improvement in the quality of life as compared with the preoperative level was reported for both groups. No significant difference between the groups was observed. Functional roentgenograms showed within 5° (4.2 – 6.5°) preservation of motion in the stabilized segment only in patients from the 2nd group. Adjacent segment pathology in 12 months after operation was diagnosed only in 1 patient from the 1st group.

Conclusion. Preliminary results allow considering the dynamic transpedicular fixation using nitinol rods as an effective surgical technique for the treatment of degenerative lumbar spine pathology.

Key words: transpedicular fixation, dynamic nitinol rods, dynamic stabilization, semi-rigid stabilization, shape-memory metal.

Введение. Современная демографическая ситуация характеризуется увеличением популяции людей старшего возраста, что обусловило рост числа заболеваний, связанных со старением организма, к числу которых относится и многоуровневый дегенеративный стеноз позвоночного канала [1]. Вследствие дегенерации межпозвонковых дисков

развивается нестабильность, которая в свою очередь приводит к гипертрофии фасеточных суставов, желтой связки с последующим сдавлением невралгических структур [2]. Симптоматический поясничный стеноз позвоночного канала чаще всего нечувствителен к консервативной терапии и требует хирургического вмешательства [3].

Для цитирования: Гуца А.О., Колесов С.В., Полторако Е.Н., Колбовский Д.А., Казьмин А.И. Хирургическое лечение многоуровневого стеноза позвоночного канала в поясничном отделе позвоночника с применением динамической стабилизации в рамках мультицентрового исследования. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2017; 4: 11–17.
Cite as: Gushcha A.O., Kolesov S.V., Poltorako E.N., Kolbovskiy D.A., Kaz'min A.I. Surgical treatment of multilevel lumbar vertebral canal stenosis using dynamic stabilization. Multicenter study. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2017; 4: 11–17.

Дискэктомия и декомпрессия невралных структур остаются наиболее распространенными операциями в спинальной хирургии при стенозе позвоночного канала [4]. Однако у пациентов с грубым стенозом минимальной декомпрессии зачастую недостаточно, а широкая декомпрессия может привести к нарастанию нестабильности в оперированном сегменте [5]. И в этом случае необходимо проведение дополнительного этапа — спондилодеза с или без инструментализации [6].

Учитывая постоянно растущее число выполняемых операций со спондилодезом и, одновременно, увеличение частоты осложнений, связанных с жесткой фиксацией, разрабатывались различные альтернативы спондилодезу [7]. Были предложены различные технологии, в том числе и так называемые динамические системы [8]. В настоящее время спинальным хирургам доступны динамические устройства, произведенные из различных материалов [9]. Одним из вариантов такого устройства может быть транспедикулярная система со стержнями из титанола.

Целью исследования было сравнить результаты хирургического лечения пациентов с многоуровневым стенозом позвоночного канала в поясничном отделе в рамках проводимого в Российской Федерации проспективного рандомизированного мультицентрового исследования по оценке эффективности применения титанола в качестве материала для динамической транспедикулярной фиксации.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования: проспективное рандомизированное мультицентровое исследование. Рандомизацию осуществляли методом адаптивной рандомизации.

Клиническая характеристика пациентов. В исследование вошел 71 пациент, оперированный на одном позвоночно-двигательном сегменте по поводу корешкового синдрома и механической боли в спине на фоне многоуровневого стеноза позвоночного канала поясничного отдела позвоночника, сопровождавшегося дегенеративной нестабильностью пораженного позвоночно-двигательного сегмента. Все пациенты оперированы в рамках мультицентрового исследования «Анализ эффективности хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний пояснично-крестцового отдела позвоночника с использованием стержней из титанола», проводимого под эгидой Российской ассоциации спинальных хирургов на базе нейрохирургического отделения НЦН, отделения патологии позвоночника ЦИТО им. Н.Н. Приорова» (в настоящее время НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова) в период с января 2014 г. по декабрь 2015 г.

Критерии включения:

- возраст от 18 до 85 лет;
- изменения межпозвоночного диска на оперируемом сегменте не более 4 степени по классификации Pfirrmann, изменения смежных сегментов не более 3 степени по классификации Pfirrmann;

- дегенеративный спондилолистез I степени по Meyerding;

- единый протокол пред- и послеоперационного ведения, включая методы обследования и оценки результатов;

- информированное согласие пациента на включение в исследование.

Критерии не включения:

- бессимптомное течение заболевания;
- изменения межпозвоночного диска на оперируемом сегменте более 4 степени по классификации Pfirrmann, изменения смежных сегментов более 3 степени по классификации Pfirrmann;

- наличие клинической симптоматики, требующей вмешательства более чем на 1 позвоночно-двигательном сегменте;

- спондилолистез > I степени, наличие спондилолистеза, деструктивного или травматического спондилолистеза;

- предшествующие операции на поясничном отделе позвоночника;

- наличие у пациента сопутствующего хронического инфекционного или опухолевого заболевания;

- несогласие пациента на участие в исследовании.

Возраст оперированных варьировал от 41 года до 79 лет (средний возраст 62,6 года). Соотношение мужчин и женщин составило 1:1,5. В зависимости от объема вмешательства, способа стабилизации (ригидная и динамическая) пациенты были разделены на две группы. В 1-ю группу вошли 38 человек, которым выполнялась стандартная широкая декомпрессия позвоночного канала, транспедикулярная фиксация одного клинически и рентгенологически значимого позвоночно-двигательного сегмента с применением ригидной стабилизации и межтеловым спондилодезом. Во 2-й группе (33 пациента) выполнялась микродекомпрессия позвоночного канала, транспедикулярная фиксация одного клинически и рентгенологически значимого сегмента с применением балок транспедикулярного аппарата из титанола.

Показаниями к оперативному вмешательству были: одно- или двусторонняя корешковая симптоматика (боли, онемение, слабость в зоне иннервации соответствующего корешка), механическая боль в спине, усиливающаяся при движениях, наличие подтвержденного на МРТ стеноза позвоночного канала (за счет грыжи межпозвоночного диска, фораминального стеноза, гипертрофии желтой связки), наличие нестабильности поясничного отдела позвоночника на функциональных рентгенограммах, наличие клинически незначимых дегенеративных изменений смежного позвоночно-двигательного сегмента (протрузия диска, лестничный спондилолистез, стеноз позвоночного канала без значимой компрессии невралных структур).

Оперативная техника. Первой группе пациентов выполняли стандартные декомпрессивные вмешательства в объеме гемиламинэктомии и интерламинэктомии, двухстороннюю фасетэкто-



Пациент М. 60 лет. Клинически: механические боли в спине, радикулопатия по L4 справа.
а — данные МРТ до операции; функциональные рентгенограммы в положении сгибания (б, г) и разгибания (в, д) до (б, в) и после (г, д) операции.

мию с фораминомией и широкой декомпрессией нервных структур. Осуществляли тотальную дискэктомию, в межтеловой промежутке устанавливали кейдж по методу TLIF или PLIF. Проводили транспедикулярную фиксацию 1 позвоночно-двигательного сегмента с установкой стандартной ригидной системы стабилизации (см. рисунок).

Во 2-й группе пациентов выполняли одно- или двухстороннюю интерламинурную микродекомпрессию, удаление грыжи диска, фораминомию с частичной резекцией суставов и с сохранением заднего опорного комплекса (остистого отростка, дужек, фасеточных суставов). Нестабильный по данным предоперационной функциональной рентгенографии позвоночно-двигательный сегмент фиксировали с помощью транспедикулярных винтов с установкой динамической стабилизирующей конструкции — динамических стержней из нитинола.

Позвоночно-двигательный сегмент L4–L5 был фиксирован у 17 пациентов 1-й группы и 14 — 2-й, L5–S1 — у 21 и 19 пациентов соответственно. Данные о позвоночно-двигательных сегментах с признаками дегенерации, но не фиксированных представлены в табл. 1.

Оценку послеоперационного результата осуществляли, используя клинические шкалы (ВАШ, ODI, SF-36), рентгенометрически (функциональная рентгенография), на основании данных КТ поясничного отдела позвоночника (оценка степени резорбции костной ткани вокруг винтов) и МРТ (оценка прогрессирования дегенерации смежного диска) в опорные сроки через 3, 6 и 12 мес.

Табл. 1. Распределение пациентов по уровню поражения позвоночно-двигательного сегмента

Уровень поражения	1-я группа	2-я группа
L2–L3	4	5
L3–L4	14	13
L4–L5	9	10
L5–S1	4	4

РЕЗУЛЬТАТЫ

Практически все пациенты при обращении предъявляли жалобы на боль различной локализации и интенсивности. Характерным было сочетание корешковой боли в нижней конечности и механической боли в спине, усиливающейся при движениях. Сорок пять процентов пациентов 1-й группы и 53% — 2-й группы на протяжении года и более получали консервативное лечение (табл. 2).

Продолжительность хирургического вмешательства в 1-й группе составила 5 ± 25 мин, объем кровопотери — 500 ± 50 мл, во 2-й группе — 3 ± 20 мин и 200 ± 50 мл соответственно.

Средний срок наблюдения составил 1,5 года, максимальный — 3 года.

Клиническая оценка. Согласно результатам послеоперационного контрольного обследования в обеих группах было отмечено заметное уменьшение боли и улучшение качества жизни пациентов по сравнению с дооперационным уровнем, причем существенной разницы между группами выявлено не было (табл. 3).

Рентгенологическая оценка. На рентгенограммах, данных КТ и МРТ оценивали как наиболее клинически значимый сегмент, так и состояние всех межпозвонковых дисков в поясничном отделе позвоночника с целью выявления их дегенерации.

Одним из основных критериев для оценки результатов применение стержней из нитинола является показатель подвижности в стабилизированном сегменте. С этой целью определяли разницу углов между верхней замыкательной пластиной вышележащего позвонка и нижней замыкательной пластиной нижележащего позвонка в положении сгибания и разгибания.

При изучении функциональных рентгенограмм пациентов, прооперированных с использованием нитиноловых стержней, в послеоперационном периоде подвижность в стабилизированном сегменте после операции сохранялась в пределах 5° ($4,2-6,5^\circ$). В свою очередь в фиксированных ри-

Табл. 2. Характеристика пациентов

Показатель	1-я группа (n=38)	2-я группа (n=33)
Возраст, годы	43–76	54–75
Пол, м/ж	20/18	16/17
Продолжительность консервативной терапии до операции	3–18 мес	3–18 мес
Боль в спине:		
при сгибании	18	16
при разгибании	29	25
в горизонтальном положении	7	9
при ходьбе	28	27
при подъеме по лестнице	15	11
при спуске по лестнице	29	24
Боль в ноге	37	33
Нарушение походки (нейрогенная перемежающаяся хромота)	12	13
Неврологический дефицит (нарушение чувствительности и движений в ногах)	30	26

гидными стержнями сегментах подвижность отсутствовала.

По данным КТ через 1 год после операции костной резорбции вокруг винтов не отмечено ни в 1-й, ни во 2-й группе. В динамике наблюдения состояние смежных сегментов у пациентов с титановыми стержнями согласно результатам МРТ-исследования не изменялось, оно соответствовало той же степени по классификации Pfirrmann, что и до операции. В то же время в группе пациентов с ригидными стержнями у 1 больного через 12 мес после операции развился синдром смежного сегмента.

Осложнения. Зафиксировано 2 осложнения, не связанного с металлоконструкцией, оба — в группе ригидной фиксации: несостоятельность послеоперационных швов вследствие образования гематом. Выполнялась санация ран, наложение вторичных швов. В обоих случаях удалось сохранить металлоконструкции. Один случай осложнения, связанного с применением имплантата, — болезнь смежного сегмента через 12 мес после операции, потребовал ревизионного вмешательства и продления металлоконструкции на 1 уровень.

ОБСУЖДЕНИЕ

Многоуровневые дегенеративные поражения позвоночника в настоящий момент остаются значимой проблемой спинальной хирургии, требующей сложного дифференцированного подхода к лечению. Несмотря на большое количество вариантов хирургического лечения, способов стабилизации и наличие различных стабилизирующих конструкций, вопрос выбора объема хирургического вмешательства и метода фиксации остается открытым [10–12].

Дегенеративный стеноз поясничного отдела позвоночника часто характеризуется как многоуровневый согласно рентгенологическим данным, имеет сложную клиническую картину. Согласно исследо-

Табл. 3. Результаты анкетирования на различных сроках наблюдения

Шкала	1-я группа	2-я группа
ВАШ боли в спине, баллы	4–8/2–4/1–2	4–8/2–3/1–2
ВАШ боли в ноге, баллы	3–8/0–1/1–2	6–8/0–1/0–1
ODI, %	62/25/21	65/21/18
SF-36:		
PF	15/25/27	13/26/28
MH	17/22/25	14/27/27

Примечание. Через косую указаны показатели до операции, через 6 и 12 мес после операции.

ванию, проведенному D. Park и соавт. [13] в 13 центрах хирургии позвоночника на 1091 пациенте из США, пациенты, которые имели стеноз позвоночного канала, затрагивающий более трех сегментов, чаще были пожилыми мужчинами. Одноуровневый стеноз чаще находился в сегменте L4–L5, в то время как двухуровневый — на уровне L3–L5 и трехуровневый — на уровне L2–L5. Стандартной операцией при стенозе позвоночного канала на ранней стадии была обширная ламинэктомия с двухсторонней фасетэктомией и межтеловым спондилодезом. В настоящее время большинство нейрохирургов считает, что обширная ламинэктомия нарушает стабильность позвоночника и может привести к серьезным осложнениям, в том числе дегенерации смежного сегмента [14, 15]. Подтверждением этому стали данные, полученные J. Katz и соавт. [16], согласно которым за 10-летний период наблюдения четверти обследованных пациентов потребовалась повторная операция и одна треть жаловалась на сильные боли в пояснице. Таким образом, обширная тотальная ламинэктомия — это уже не стандарт лечения спинального стеноза [10–12].

За последние десятилетия «золотым стандартом» хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала стала селективная парциальная декомпрессия клинически значимых невралгических структур в сочетании с межтеловым корпородезом и ригидной транспедикулярной фиксацией [10, 12, 19].

Несмотря на доказанную высокую эффективность транспедикулярной фиксации, сохраняется ряд трудностей, обуславливающих развитие различных интра- и послеоперационных осложнений. Все возможные осложнения, возникающие в связи с имплантацией в позвоночник различных стабилизирующих конструкций, могут быть обусловлены различными причинами, которые условно подразделяют на следующие группы: 1) дооперационные ошибки (неполноценное планирование предстоящей операции: отсутствие денситометрии, а также учета индивидуальных особенностей позвоночника пациента по данным лучевых методов исследований); 2) интраоперационные ошибки (связаны с техническими трудностями, возникающими непосредственно в момент установки и сбора системы стабилизации, а также некачественным ушиванием послеоперационной

раны); 3) ошибки, связанные с производственными дефектами самих металлоконструкций; 4) послеоперационные осложнения (воспалительного характера); 5) ошибки, возникающие в позднем послеоперационном периоде, связанные с несоблюдением ортопедического режима и последующих рекомендаций больным [17, 18]. В нашем исследовании имели место лишь 2 осложнения, не связанные с применяемыми конструкциями.

В отдельную группу осложнений следует отнести несформировавшийся костный блок (псевдоартрозы), переломы компонентов стабилизирующей конструкции, мальпозицию винтов. Согласно данным литературы, мальпозиция винтов встречается в 3–45% случаев [18, 19], переломы винтов и стержней — в 1,7–18% [11–12, 17]. Частота потери стабильности транспедикулярной системы за счет костной резорбции вокруг винтов варьирует от 1,7 до 9% [11–12, 17, 19]. По данным литературы [17, 18, 20, 21], применение ригидных систем стабилизации ассоциировалось с прогрессированием дегенерации смежного позвоночно-двигательного сегмента (22,6%) с формированием спондилоартроза, нестабильности, а также спондилолистеза (5,7%).

Для правильного решения важной практической задачи — эффективное хирургическое лечение дегенеративного стеноза позвоночного канала обязательным условием является оптимальный выбор стабилизирующих приспособлений, способных одновременно как предотвратить некорректные перемещения тел позвонков и ограничить патологическую подвижность пораженных сегментов, так и обеспечить максимальное сохранение их функции, близкой к физиологической. Необходимость поддержания естественной биомеханики оперированного отдела позвоночника с сохранением полного объема движений в позвоночно-двигательном сегменте является стимулом к изменению подходов к хирургическому лечению грыж межпозвонковых дисков с явлениями нестабильности при выполнении адекватной декомпрессии [19–21].

Согласно общепринятому в хирургии позвоночника мнению, стабилизирующие операции при дегенеративном поражении позвоночника в первую очередь направлены на создание костного блока, который удается достичь в 80–95% случаев. Однако на протяжении последнего десятилетия прослеживается тенденция к переходу от проведения спондилодеза (исключение движений) к нуклео- и артропластике (сохранение, восстановление движений) [22–24, 27, 28].

Череда многочисленных улучшений дизайна стабилизирующих систем привела к совершенствованию интраоперационной хирургической техники с освоением как заднего, так и переднего доступа. Несмотря на принадлежность к стабилизирующим, многие категории устройств предназначены для сохранения подвижности в оперируемом сегменте. Интересно, что большинство сохраняющих подвижность устройств, в том числе системы зад-

ней динамической стабилизации по методу их имплантации и закрепления в позвоночнике, в значительной степени заимствованы из систем ригидной стабилизации.

Все современные стабилизирующие конструкции можно разделить на две большие группы: ригидные системы, устанавливаемые с целью формирования костного блока (fusion devices), и динамические системы, призванные сохранить и восстановить объем движений (nonfusion devices) [22–27, 29].

Устройства, сохраняющие физиологическую подвижность позвоночно-двигательных сегментов, применяемые при хронической боли в спине на фоне дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника, могут быть классифицированы на протезирующие устройства и динамические стабилизирующие устройства.

Динамическая, или так называемая мягкая, полуригидная, стабилизация (pedicle screw-based posterior dynamic or semirigid soft stabilization) представляет собой типичную заднюю транспедикулярную фиксацию с применением различных вариаций пластичных динамических приспособлений (стержней, винтов, буферов, спейсеров).

В зависимости от состава компонентов задних динамических транспедикулярных систем выделяют [27, 29, 30]:

- неметаллические имплантаты (Graf Ligament, Transition, Dynesys), представляющие собой стандартные транспедикулярные винты, головки которых соединены различными полипропиленовыми плетеными нитями, заменяющими металлические стержни;
- металлические имплантаты (стержни из нитинола, Cosmic Posterior Dynamic System, Stabilimax, BioFlex, DSS)
- гибридные устройства — металлические транспедикулярные винты с различными пластиковыми спейсерами, бамперами, перераспределяющими нагрузку (Nflex, CD Horizon Agile).

Изучение воздействия биомеханических сил на поверхность смежного сегмента после проведенной стабилизации было начато в 1980-х годах. Еще в 1984 г. С. Lee на кадаверных моделях выявили повышение стресс-нагрузки на смежные с фиксированным фасеточные суставы и увеличение подвижности смежного диска [15]. Это было постулировано в качестве причины развития синдрома смежного диска. Результаты экспериментальной работы G. Perrin и соавт. [31] с использованием конечно-элементного анализа (КЭА) продемонстрировали, что динамические задние стабилизирующие системы по сравнению с традиционными ригидными увеличивают сумму переносимой нагрузки на переднюю опорную колонну. V. Goel и соавт. разработали 3D КЭА модель для сравнения распределения нагрузки на шарнирной задней динамической системе и традиционной ригидной. Установлено, что при динамической стабилизации имел место больший перенос нагрузки на перед-

нюю колонну и межтеловой имплантат, чем при ригидной стабилизации, без ущерба для стабильности [32, 33]. Подтверждением этому послужили результаты исследований A. Templier и соавт. [34], согласно которым уменьшение жесткости стабилизации поясничного отдела позвоночника приводит к более равномерному распределению нагрузки вдоль системы без снижения жесткости всей системы.

Доказано, что устранение механических нагрузок на межтеловой трансплантат может стать причиной несостоятельного костного блока, псевдоартроза и остеопороза. Этот феномен «стресс-экранирования» на дисковое пространство на фиксируемом уровне может быть связан с превышающей физиологические значения жесткостью традиционной ригидной стабилизации. Полуригидные задние транспедикулярные стабилизирующие системы теоретически являются достаточно гибкими, чтобы увеличить перенос нагрузки на переднюю колонну, что позволит создать лучшие условия для остеогенеза и формирования межтелового спондилодеза в соответствии с законами Вольфа [35].

Согласно проведенным исследованиям, динамические балки из нитинола, сплава никеля и титана, обладают такими свойствами, как сверхупругость и эффект памяти формы; по модулю упругости они близки к скелетообразующим тканям позвоночно-двигательного сегмента. То есть заданная в охлажденном состоянии форма стержня из нитинола при установке в организм человека (с соответствующей температурой человеческого тела) возвращается к исходному состоянию [24, 36]. Использование таких свойств балок из нитинола для систем динамической транспедикулярной фиксации представляется весьма перспективным.

Первый опыт проведенных нами динамических стабилизаций с применением балок из нитинола показал, что данный метод сочетает в себе адекватную декомпрессию невралгических структур и сохранение подвижности на пораженном сегменте. Анализ современной мировой литературы по использованию динамических стабилизирующих устройств различных модификаций наглядно демонстрирует их несовершенство ввиду возможного развития различных осложнений (гиперлордоз и другие деформации, прогрессирование изменений фасеточных суставов, увеличение латерального стеноза, несостоятельность системы на фоне неправильного перераспределения нагрузки внутри системы и т.д.) [19, 27, 30, 36, 37]. Таким образом, вопрос создания идеальной биомеханической стабилизирующей системы остается открытым. Необходим дифференцированный подход в выборе технологий, имплантатов в зависимости от клинической картины и данных объективного исследования. Планируется продолжить поиск решения данной проблемы в рамках проводимого нами мультицентрового проспективного рандомизированного исследования.

ВЫВОДЫ

1. Динамическая транспедикулярная фиксация с применением стержней из нитинола — металла с эффектом сверхупругости — является эффективным методом хирургического лечения дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника.

2. Данный способ позволяет создать в позвоночно-двигательном сегменте условия, близкие к физиологическим, сохранить подвижность в пределах 5° на стабильном уровне, при этом надежно ограничивая патологическую подвижность.

3. Динамическая транспедикулярная фиксация с применением нитиноловых стержней в сроки до 3 лет позволяет не допустить дальнейшего развития дегенеративного каскада (многоуровневого стеноза, лестничного спондилолистеза) на смежных позвоночно-двигательных сегментах, что в целом улучшает прогноз и качество жизни пациента.

4. На послеоперационных компьютерных томограммах у пациентов с динамическими стержнями не наблюдалось резорбции костной ткани вокруг винтов, что уменьшает риск развития осложнений: перелома элементов системы стабилизации и миграции винтов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Wang M.Y., Green B.A., Shan S. et al. Complications associated with lumbar stenosis surgery in patients older than 75 years of age. *Neurosurg. Focus*. 2003; 14 (2): e7.
2. Lee S.Y., Kim T.-H., Oh J.K. et al. Lumbar stenosis: a recent update by review of literature. *Asian Spine J.* 2015; 9 (5): 818-28. doi: 10.4184/asj.2015.9.5.818.
3. Kovacs F.M., Urrutia G., Alarcón J.D. Surgery versus conservative treatment for symptomatic lumbar spinal stenosis: a systematic review of randomized controlled trials. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011; 36 (20): E1335-E1351. doi: 10.1097/BRS.0b013e31820e97b1.
4. Assaker R. Minimal invasive laminotomy for lumbar stenosis. *Eur. Spine J.* 2015; 24 (Suppl 5): 656-7. doi: 10.1007/s00586-015-4006-y.
5. Aleem I.S., Rampersaud Y.R. Elderly patients have similar outcomes compared to younger patients after minimally invasive surgery for spinal stenosis. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2014; 472: 1824-30. doi:10.1007/s11999-013-3411-y.
6. Lee M.J., Bransford R.J., Bellabarda C. et al. The effect of bilateral laminotomy versus laminectomy on the motion and stiffness of the human lumbar spine: a biomechanical comparison. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010; 35 (19): 1789-93. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c9b8d6.
7. Alimi M., Hofstetter C.P., Pyo S.Y. et al. Minimally invasive laminectomy for lumbar spinal stenosis in patients with and without preoperative spondylolisthesis: clinical outcome and reoperation rates. *J. Neurosurg. Spine*. 2015; 22 (4): 339-52. doi: 10.3171/2014.11.SPINE13597.
8. Weinstein J.N., Lurie J.D., Olson P.R. et al. United States' trends and regional variations in lumbar spine surgery: 1992-2003. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006; 31 (23): 270-14. doi: 10.1097/01.brs.0000248132.15231.fe.
9. Bae H.W., Rajasee S.S., Kanim L.E. Nationwide trends in the surgical management of lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38 (11): 916-26. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182833e7c.
10. Galarza M., Fabrizio A., Maina R. et al. Degenerative lumbar spinal stenosis with neurogenic intermittent claudication and treatment with the Aperius PercLID System: a preliminary report. *Neurosurg. Focus*. 2010; 28 (6): E3. doi: 10.3171/2010.3.FOCUS1034.
11. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Васильченко П.П., Тахмазян К.К. Моносегментарный транспедикуляр-

- ный остеосинтез при лечении повреждений и заболеваний грудного и поясничного отделов позвоночника. В кн.: Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции «Илизаровские чтения». Курган; 2010: 36-7 [Afaunov A.A., Kuz'menko A.V., Vasil'chenko P.P., Takhtmazyan K.K. Monosegmental transpedicular osteosynthesis for the treatment of thoracic and lumbar spine injuries and diseases. In: Proc. All-Rus. Scient-Pract. Conf. "Ilizarov's readings". Kurgan; 2010: 36-7 (in Russian)].
12. Валеев И.Е. Классификация осложнений транспедикулярных операций позвоночника. Травматология и ортопедия России. 2006; 2 (40): 58 [Valeev I.E. Classification of the complications of transpedicular operations on spinal column. Traumatology and orthopedics of Russia. 2006; 2 (40): 58 (in Russian)].
 13. Park D.K., An H.S., Lurie J.D. et al. Does multilevel lumbar stenosis lead to poorer outcomes?: a subanalysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) lumbar stenosis study. Spine (Phila Pa 1976). 2010; 35 (4): 439-46. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181bdafeb9.
 14. Spivak J.M. Current concepts review - degenerative lumbar spinal stenosis. J. Bone Joint Surg. Am. 1998; 80 (7): 1053-66.
 15. Lee C.K., Rauschnig W., Glenn W. Lateral lumbar spinal canal stenosis: classification, pathologic anatomy and surgical decompression. Spine (Phila Pa 1976). 1988; 13 (3): 313-20.
 16. Katz J.N., Lipson S.J., Chang L.C. et al. Seven- to 10-year outcome of decompressive surgery for degenerative lumbar spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976). 1996; 21 (1): 92-8.
 17. Каримов А.А., Басков А.В., Древал О.Н. и др. Поздние воспалительные осложнения после инструментальной стабилизации при травматических повреждениях позвоночника. В кн.: Материалы V съезда нейрохирургов России, 22-25 июня 2009 г. Уфа: Здравоохранение Башкортостана; 2009: 120 [Karimov A.A., Baskov A.V., Dreval O.N., et al. Late inflammatory complications after instrumental stabilization in traumatic spine injuries. In: Proc. V Cong. Neurosurg. of Russia. June 22-25. Ufa: Zdravookhranenie Bashkortostana; 2009: 120 (in Russian)].
 18. S  n  gas J., Vital J.M., Pointillart V. et al. Long-term actuarial survivorship analysis of an interspinous stabilization system. Eur. Spine J. 2007; 16: 1279-87.
 19. Smorgick Y., Park D.K., Baker K.D. et al. Single versus multilevel fusion for single level degenerative spondylolisthesis and multilevel lumbar stenosis: four-year results of the spine patient outcomes research trial. Spine (Phila Pa 1976). 2013; 38 (10): 797-805. doi: 10.1097/BRS.0b013e31827db30f.
 20. Min S.H., Yoo J.S. The clinical and radiological outcomes of multilevel minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. Eur. Spine J. 2013; 22 (5): 1164-72. doi: 10.1007/s00586-012-2619-y.
 21. Wu H., Yu W.D., Jiang R., Gao Z.L. Treatment of multilevel degenerative lumbar spinal stenosis with spondylolisthesis using a combination of microendoscopic discectomy and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. Exp. Ther. Med. 2013; 5 (2): 567-71. doi: 10.3892/etm.2012.812.
 22. Бердюгин К.А., Каренин М.С. Осложнения транспедикулярной фиксации позвоночника и их профилактика. Фундаментальные исследования. 2010; 9: 61-71 [Berdyugin K.A., Karenin M.S. Complications of transpedicular spine fixation and their prevention. Fundamental'nye issledovaniya. 2010; 9: 61-71 (in Russian)].
 23. Бердюгин К.А., Чертков А.К., Штадлер Д.И. Ошибки и осложнения транспедикулярной фиксации позвоночника погружными конструкциями. Фундаментальные исследования. 2012; 4 (часть 2): 425-31 [Berdyugin K.A., Chertkov A.K., Shtadler D.I. Mistakes and complications of transpedicular spine fixation with internal constructions. Fundamental'nye issledovaniya. 2010; 9: 61-71 (in Russian)].
 24. Давыдов Е.А., Мушкин А.Ю., Зуев И.В. и др. Применение биологически и механически совместимых имплантов из нитинола для хирургического лечения повреждений и заболеваний позвоночника и спинного мозга. Гений ортопедии. 2010; 1: 5-11 [Davydov E.A., Mushkin A.Yu., Zuev I.V., et al. Use of biologically and mechanically compatible implants of Nitinol for surgical treatment of spine and spinal cord injuries and diseases. Geniy ortopedii. 2010; 1: 5-11 (in Russian)].
 25. Abumi K., Panjabi M.M., Kramer K.M. et al. Biomechanical evaluation of lumbar spine stability after graded facetectomies. Spine (Phila Pa 1976). 1990; 15 (11): 1142-7.
 26. Aota Y., Kumano K., Hirabayashi S. Postfusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders. J. Spinal Disord. 1995; 8 (6): 464-73.
 27. Sengupta D.K., Herkowitz H.N. Pedicle screw-based posterior dynamic stabilization: literature review. Adv. Orthop. 2012; 2012: 424268. doi: 10.1155/2012/424268.
 28. Sengupta D.K. Dynamic stabilization devices in the treatment of low back pain. Orthop. Clin. North Am. 2004; 35 (1): 43-56. doi: 10.1016/S0030-5898(03)00087-7.
 29. Mutholland 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.
 30. Schulte T.L., Hurschler C., Haversath M. et al. The effect of dynamic, semi-rigid implants on the range of motion of lumbar motion segments after decompression. Eur. Spine J. 2008; 17 (8): 1057-65. doi: 10.1007/s00586-008-0667-0.
 31. Perrin G. Usefulness of intervertebral titanium cages for PLIF and posterior fixation with semi-rigid Isoclock plates. In: Szpalski M., Gunsburg R., Spengler D.M., Nachemson A., eds. Instrumented fusion of the degenerative lumbar spine: state of the art, questions and controversies. Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott-Raven Publishers; 1996: 271-9.
 32. Goel V.K., Lim T.H., Gwon J. et al. Effects of rigidity of an internal fixation device. A comprehensive biomechanical investigation. Spine (Phila Pa 1976). 1991; 16 (3 Suppl): S155-161.
 33. Goel V.K., Konz R.J., Chang H.T. et al. Hinged-dynamic posterior device permits greater loads on the graft and similar stability as compared with its equivalent rigid device: a three-dimensional finite element assessment. J. Prosthet. Orthotics. 2001; 13: 17-20.
 34. Templier A., Denninger L., Mazel C. et al. Comparison between two different concepts of lumbar posterior osteosynthesis implants. A finite element analysis. Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol. 1998; 8: 27-36.
 35. Frost H.M. A 2003 update of bone physiology and Wolff's Law for clinicians. Angle Orthod. 2004; 74 (1): 3-15. doi: 10.1043/0003-3219(2004)074<0003:AUOBPA>2.0.CO;2.
 36. Kim Y.S., Zhang H.Y., Moon B.J. et al. Nitinol spring rod dynamic stabilization system and Nitinol memory loops in surgical treatment for lumbar disc disorders: short-term follow up. Neurosurg. Focus. 2007; 22 (1): E10.
 37. Kok D., Firkins P.J., Wapstra F.H. et al. A new lumbar posterior fixation system, the memory metal spinal system: an in-vitro mechanical evaluation. BMC Musculoskelet. Disord. 2013; 14: 269. doi: 10.1186/1471-2474-14-269.

Сведения об авторах: Гуца А.О. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением нейрохирургии НЦН; Колесов С.В. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением патологии позвоночника НИИ ТО им. Н.Н. Приорова; Полторако Е.Н. — врач-нейрохирург отделения нейрохирургии НЦН; Колбаскин Д.А. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отделения патологии позвоночника НИИ ТО им. Н.Н. Приорова; Казьмин А.И. — канд. мед. наук, врач того же отделения.

Для контактов: Полторако Екатерина Николаевна. E-mail: dr.poltorako@mail.ru.

Contact: Poltorako Ekaterina N. — neurosurgeon, department of neurosurgery, Scientific Center of Neurology. E-mail: dr.poltorako@mail.ru.