

Сравнение эффективности применения стержней из нитинола и титановых стержней при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового отдела

С.В. Колесов¹, А.И. Казьмин¹, В.В. Швец¹, А.О. Гуща², Е.Н. Полторако²,
И.В. Басанкин³, А.Е. Кривошеин⁴, К.М. Бухтин¹, А.А. Пантелеев¹, М.Л. Сажнев¹,
В.С. Переверзев¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

² ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия

³ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского Минздрава Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

⁴ ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Омск, Россия

Реферат

Актуальность. Хирургическая декомпрессия и декомпрессия со стабилизацией чрезвычайно эффективны при лечении стеноза позвоночного канала на уровне поясничного отдела. Однако развивающиеся осложнения на фоне применения жестких стабилизирующих систем привели к активному внедрению динамических имплантатов. **Цель исследования** — сравнить эффективность применения стержней из нитинола и титановых стержней при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового отдела. **Материал и методы.** 220 пациентов, которые получили хирургическое лечение в 4 лечебных учреждениях, были рандомизированы в две группы по 110 человек (соотношение 1:1). Первую группу составили пациенты, которым проводилась стабилизация позвоночно-двигательных сегментов стержнями из нитинола с необходимым объемом декомпрессии на уровне операции. Во вторую группу вошли пациенты, которым выполнялась стабилизация позвоночно-двигательных сегментов стандартными стержнями из титана с необходимым объемом декомпрессии на уровне вмешательства. Пациенты имели клинически значимые стенозы позвоночного канала в одном или двух смежных сегментах: от L3 до S1. Результаты оценивали по ВАШ для спины и нижних конечностей, по шкалам ODI и SF-36 в течение трех лет после операции. **Результаты.** По всем шкалам было отмечено улучшение в обеих группах пациентов в виде значительного снижения болевого синдрома, улучшения психологического и физического здоровья. При рентгенологическом обследовании у всех пациентов на протяжении исследования отмечено восстановление лордоза поясничного отдела позвоночника. В группе пациентов с динамическими стержнями реже развивались осложнения, связанные с металлофиксаторами, в том числе болезнь смежного сегмента. **Заключение.** Транспедикулярная фиксация пояснично-крестцового отдела позвоночника с использованием нитиноловых стержней является эффективной технологией, позволяющей сохранить движения в сочетании со стабильной фиксацией.

Ключевые слова: дегенеративные заболевания позвоночника, стеноз позвоночного канала, динамические стержни из нитинола, динамическая стабилизация, болезнь смежного сегмента.

Колесов С.В., Казьмин А.И., Швец В.В., Гуща А.О., Полторако Е.Н., Басанкин И.В., Кривошеин А.Е., Бухтин К.М., Пантелеев А.А., Сажнев М.Л., Переверзев В.С. Сравнение эффективности применения стержней из нитинола и титановых стержней при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового отдела. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(2):59-70. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-59-70.

Cite as: Kolesov S.V., Kazmin A.I., Shvets V.V., Gushcha A.O., Poltorako E.N., Basankin I.V., Krivoshein A.E., Bukhtin K.M., Panteleev A.A., Sazhnev M.L., Pereverzev V.S. [Comparison of Nitinol and Titanium Nails Effectiveness for Lumbosacral Spine Fixation in Surgical Treatment of Degenerative Spine Diseases]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(2):59-70. (In Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-59-70.

Казьмин Аркадий Иванович / Arkady I. Kazmin; e-mail: kazmin.cito@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 11.01.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 18.04.2019.

Comparison of Nitinol and Titanium Nails Effectiveness for Lumbosacral Spine Fixation in Surgical Treatment of Degenerative Spine Diseases

S.V. Kolesov¹, A.I. Kazmin¹, V.V. Shvets¹, A.O. Gushcha², E.N. Poltorako², I.V. Basankin³, A.E. Krivoshein⁴, K.M. Bukhtin¹, A.A. Panteleev¹, M.L. Sazhnev¹, V.S. Pereverzev¹

¹ Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

² Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation

³ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

⁴ Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

Abstract

Relevance. Surgical decompression and decompression with stabilization are highly effective for treatment of spinal canal stenosis at the level of lumbar spine. However, complications developing after application of rigid fixation systems resulted in active introduction of dynamic implants into clinical practice. **Purpose of the study** – to compare effectiveness of nitinol and titanium nails for lumbosacral fixation in surgical treatment of degenerative spine diseases. **Materials and methods.** 220 patients who underwent surgeries in 4 hospitals were randomized into two groups, each consisting of 110 patients (1:1 ratio): a group of patients who underwent stabilization of the vertebral motor segments with rods of nitinol with the required volume of decompression at the operation level and a group of patients who underwent stabilization of the vertebral motor segments with standard rods of titanium with the required volume of decompression at the intervention level. Patients suffered clinically significant spinal canal stenosis in one or two adjacent segments: from L3 to S1. Outcomes were evaluated during three years postoperatively by VAS scale for spine and lower limbs, and by ODI and SF-36 scales. **Results.** All scales demonstrated better values in both groups of patients, namely, significant decrease of pain syndrome and improvement in mental and physical health. X-ray examination of all patients during the study period demonstrated restoration of lumbar lordosis. Group of patients with dynamic nails featured less complications rate related to metal implants including adjacent segment disease. **Conclusion.** Transpedicular fixation of lumbosacral spine by nitinol nails is an effective technique allowing to preserve motion along with stable fixation.

Keywords: degenerative spine diseases, spinal canal stenosis, nitinol dynamic nails, dynamic stabilization, adjacent segment disease.

Введение

Дегенеративные заболевания позвоночника, в том числе сопровождающиеся хроническим болевым синдромом, представляют сложную проблему, требующую многодисциплинарного и мультимодального лечения [1]. Пациенты с данной патологией обычно страдают болями в пояснице и болью и/или слабостью в нижних конечностях. Это состояние серьезно ограничивает функцию, способность ходить и снижает качество жизни. Поясничная стеноз позвоночника является наиболее распространенным показанием к операции в спинальной хирургии [2, 3]. Имеются исследования (в т. ч. SPORT – Spine Patient Outcomes Research Trial), демонстрирующие явное превосходство декомпрессии по сравнению с консервативным лечением через 4 года наблюдений и подтверждающие важность и экономическую эффективность этой наиболее часто выполняемой спинальной операции у больных с патологией позвоночника [4, 5].

В течение последних 50 лет выполнение декомпрессивных операций являлось стандартом лечения пациентов со спинальным стенозом, который, являясь дегенеративным заболеванием, обычно рассматривается как часть процесса старения с прогрессирующей и изнурительной симптоматикой, ведущей к значительному снижению социальной адаптации [6].

Несмотря на выраженную клиническую эффективность, декомпрессивная хирургия не останавливает прогрессирование заболевания, а лишь направлена на устранение клинических симптомов. Даже после выполненного хирургического вмешательства со временем может снижаться качество жизни, а прогрессирование заболевания может вызвать рецидив симптомов [7]. В ряде последних исследований выяснилось, что ни изолированная декомпрессия, ни декомпрессия со спондилодезом не могут адекватно влиять на течение процесса спинального стеноза [8–11]. Среди спинальных хирургов не утихают споры

о том, достаточно ли простой микрохирургической декомпрессии, чтобы облегчить симптомы в долгосрочной перспективе в сравнении с выполнением заднего спондилодеза [12, 13].

Активное внедрение металлофиксаторов привело к значительному увеличению числа хирургических вмешательств с фиксацией оперируемого сегмента, проводимых после процедур декомпрессии, и вызвало некоторую озабоченность по поводу чрезмерного использования этой технологии для стабилизации дегенеративных сегментов позвоночника [8], поскольку транспедикулярная фиксация обладает осложнениями, такими как болезнь смежного сегмента, развитие псевдоартроза, нестабильность металлоконструкции [14, 15]. Также стоит отметить, что формирование костного блока негативно влияет на мышечную ткань, вызывая атрофию и снижение мышечной силы. Эти изменения, так называемая дисфункция параспинальных мышц, могут вызывать острую и хроническую боль в пояснице и дегенеративный спондилолистез [16, 17]. Дегенерация смежного сегмента (ASD — ускоренный дегенеративный процесс) является серьезным осложнением, требующим высоких экономических затрат [18]. Внедрение новых технологий позволило развить такое направление, как динамическая стабилизация.

Цель исследования — сравнить эффективность применения стержней из нитинола и титановых стержней при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового отдела.

Материал и методы

Исследование проводилось с января 2015 по январь 2018 г. в четырех клиниках по единому утвержденному протоколу.

Дизайн исследования: проспективное рандомизированное мультицентровое. Использовали метод адаптивной рандомизации: 220 пациентов, которые получили хирургическое лечение в 4 лечебных учреждениях, были рандомизированы в две группы по 110 человек (соотношение 1:1): группа пациентов, которым проводилась стабилизация позвоночно-двигательных сегментов стержнями из нитинола (ЗАО «КИМПФ», Москва), с необходимым объемом декомпрессии на уровне операции (ДН) и равнозначная группа пациентов, которым выполнялась стабилизация позвоночно-двигательных сегментов стандартными стержнями из титана с необходимым объемом декомпрессии на уровне вмешательства (ДТ).

Все пациенты проходили консервативное лечение в течение не менее 3 мес. до операции без уменьшения болевого синдрома и улучшения качества жизни и требовали хирургической декомпрессии

и стабилизации позвоночно-двигательного сегмента (ПДС).

Критерии включения: возраст 18–75 лет, дегенеративные изменения одного или более ПДС на уровне L3-S1, неэффективность консервативного лечения более 3 мес., дегенеративный спондилолистез I степени. Кроме того, допускалась гипертрофия фасеточных суставов и субактикулярной выемки или латеральный стеноз в соответствующем сегменте.

Критерии исключения: радиографическое подтверждение трансляционной нестабильности в смежных сегментах (динамическая трансляционная неустойчивость ≤ 3 мм), предыдущая операция на позвоночнике, перелом тел позвонков, в т.ч. на фоне остеопороза и непосредственно остеопороз (Т-критерий денситометрии менее -2,5), сколиоз, сагиттальный дисбаланс, инфекционные и воспалительные изменения, онкологический анамнез, наличие противопоказаний к выполнению МРТ, спондилолистез I степени или дегенеративный спондилолистез II степени и выше.

Статистический анализ

Данные представлены в виде среднего арифметического \pm среднее квадратичное отклонение для непрерывных данных и в виде процентного отношения для категориальных переменных. Порог статистической значимости соответствовал $p < 0,05$. Статистический анализ осуществлялся при помощи независимого t -теста, парного t -теста и χ^2 и программного обеспечения Statistica.

Описание имплантата

Нитинол — сплав никеля (55%) и титана (45%), обладающий свойствами памяти формы и сверхупругости. Эффективный модуль упругости нитинола равен 15–20 ГПа, что практически равно модулю упругости кортикальной кости (18 ГПа). Кристаллическая решетка обладает большей устойчивостью к динамическим нагрузкам, чем сплавы титана. Температура начала восстановления формы нитинола, используемого в динамических стержнях, составляет 27°C, температура конца восстановления формы — 35°C. Стержни используются в сверхупругом состоянии при температуре тела (36–37°C), обеспечивая механическую совместимость транспедикулярной системы с механическим поведением позвоночника [19].

В нашем исследовании использовались стержни из нитинола двух типоразмеров — 60 и 80 мм соответственно на один и два позвоночно-двигательных сегмента. Диаметр стержней составлял 5,5 мм. Типоразмеры и кривизну изгиба стержней вычисляли исходя из среднеанатомических параметров, характерных для поясничного отдела позвоночника и пояснично-крестцового перехода.

Все стержни поставляются парно в специальной упаковке, пригодной для дальнейшей стерилизации в условиях стерилизационного отделения медицинского учреждения.

Хирургическая техника

Хирургические вмешательства проводились по общей схеме. Всем пациентам после письменного согласия проводился комбинированный эндотрахеальный наркоз с последующей укладкой на операционном столе на специальную полиуретановую подкладку. Используя стандартный срединный разрез, осуществляли доступ к задним элементам позвонков на заранее запланированном уровне. Для декомпрессии использовали стандартные методики с предварительным обсуждением их проведения на этапе планирования всеми хирургами, участвующими в исследовании. В зависимости от патологических особенностей по мере необходимости проводили следующий объем декомпрессии: частичная медиальная фасэктомия, интерламинэктомия или ламинэктомия. Следующим этапом осуществляли проведение транспедикулярных винтов. После проведенного ЭОП-контроля и оценки удовлетворительности положения винтов осуществляли монтаж стержней, при этом стержни из нитинола не требовали дополнительного моделирования ввиду заданных анатомических параметров. У пациентов с динамическими стержнями межтеловой спондилодез не проводили, в то время как у пациентов с ригидными стержнями его проводили по методике TLIF или PLIF. Далее рану дренировали и послойно ушивали. Все пациенты были активизированы на вторые сутки после операции. При выраженной сопутствующей патологии пациента по решению анестезиолога в раннем послеоперационном периоде (до 24 ч) наблюдали в отделении интенсивной терапии.

Лучевые методы исследования

Всем пациентам, включенным в исследование, в предоперационном периоде проводили полный спектр лучевой диагностики, а именно: рентгенографию в двух стандартных проекциях, функциональные рентгенограммы, МРТ и КТ поясничного отдела позвоночника (табл. 1). В послеоперационном периоде лучевое обследование проводилось через 6, 12, 18, 24 и 36 мес. после операции. Важным критерием была оценка состояния межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника по классификации Пфирманна. Включенные в исследование больные имели изменения 2-й и выше степени одного или двух ПДС. При дегенеративных изменениях в смежных сегментах хотя бы 1-й степени больные не включались в исследование. КТ-исследование позволяло оценивать резорбцию костной ткани вокруг винтов в послеоперационном периоде, а также уровень формирования или отсутствия костного блока в оперированном сегменте. По функциональным рентгенограммам оценивалась подвижность стабилизированных сегментов.

Клиническая оценка результатов

Оценку клинических проявлений и функционального состояния проводили в сроки до 3 лет после операции с использованием опросников ВАШ, ODI, SF-36. С целью оценки интенсивности и динамики болевого синдрома использовали ВАШ для спины и нижних конечностей. Данная шкала представляет собой балльную систему, где «0» – полное отсутствие боли, а «10» – нестерпимая боль. ВАШ для боли в спине оценивает некомпрессионные синдромы, а ВАШ для нижних конечностей – компрессионные синдромы.

Индекс Освестри (Oswestry Disability Index – ODI) – это проверенный опросник, который используется для оценки степени инвалидности

Таблица 1

Лучевые методы диагностики, применяемые в исследовании

Метод диагностики	Показатель исследования	Критерий оценки
Рентгенография	Подвижность фиксируемого ПДС и верхнего смежного ПДС	Рентгенограмма в двух проекциях; Рентгенограмма функциональная в положении стоя, Угол Кобба, град. Проценты
	Степень смещения при листезах	
КТ	Наличие или отсутствие резорбции	Оценка состояния окружающей винт костной ткани, мм
МРТ	Оценка состояния оперируемого и смежного сегментов	По классификации Пффирмана

и качества жизни пациента, страдающего от боли в пояснице. Была использована утвержденная в 2009 г. адаптированная русская версия опросника Освестри*.

Еще одним методом оценки результатов проведенного хирургического лечения у пациентов была анкета SF-36. Тридцать шесть пунктов опросника сгруппированы в 8 шкал: физическое функционирование, ролевая деятельность, телесная боль, общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование, эмоциональное состояние и психическое здоровье. Показатели каждой шкалы варьируют между 0 и 100, где 100 представляет полное здоровье. Все шкалы формируют два показателя: душевное и физическое благополучие. Результаты представляются в виде оценок в баллах по 8 шкалам, составленных таким образом, что более высокая оценка указывает на более высокий уровень качества жизни. Стоит отметить, что этот опросник является тяжелым для восприятия пациентами, особенно страдающими интенсивным болевым синдромом, поэтому каждый пациент заполнял его под контролем врача. Результаты вносились в специальную компьютерную программу, которая автоматически рассчитывала результаты для каждого пациента.

Для нашего исследования функциональное улучшение по опроснику ODI рассматривалось при сокращении на 15 пунктов и более от базового уровня. Боль в спине и в нижних конечностях определялись снижением на 2 пункта или более от базовых значений по ВАШ. Это считается минимальным клинически значимым различием (MCID) [20, 21]. Уровни MCID представляют собой пороговые значения по данным опросников,

которые пациенты и врачи считают клинически значимыми. Они рекомендованы действующими руководствами для оценки результатов формирования спондилодеза [22, 23].

Результаты

Общие показатели не имели статистически значимых различий между группами пациентов (табл. 2). Количество оперированных уровней также существенно не различалось (ДТ: 74 пациента с одним сегментом, 36 — с двумя, ДН: 75 пациентов с одним сегментом, 35 — с двумя, $p = 0,84$). Частота спондилолистеза не была статистически значимой (ДТ: 21,4%, ДН: 22,3%, $p = 0,1$).

Результаты после проведенного хирургического лечения оценены в следующем количественном соотношении по годам:

1 год после операции — у 217 пациентов (98% от исходного количества);

2 года — у 199 пациентов (90,5%);

3 года — у 185 пациентов (84,1%);

Базовые оценки по ВАШ боли в спине (ДТ: $7,4 \pm 2,6$, ДН: $7,1 \pm 2,5$, $p = 0,845$) и нижних конечностях (ДТ: $6,3 \pm 2,5$, ДН: $6,7 \pm 3,1$, $p = 0,196$) существенно не различались. При оценке динамики в послеоперационном периоде выявлено значительное снижение этого значения у всех пациентов в контрольный срок 3 мес. после операции, с последующим сохранением показателей на одном уровне в течение всего срока наблюдения.

Исходные значения ODI (в группе ДТ составило $72 \pm 18\%$; ДН: $76 \pm 16\%$, $p = 0,856$) также существенно не отличались, а в послеоперационном периоде отмечена постоянная тенденция к снижению у всех пациентов.

Таблица 2

Характеристика пациентов по группам

Характеристика	Группа с динамическими стержнями (ДН)	Группа с ригидными стержнями (ДТ)	Критерий p
Количество пациентов	110	110	—
Средний возраст (min-max)	45,9 (21–67)	47,4 (19–72)	0,645
Пол (мужчины/женщины)	51/59	47/63	0,766
Уровни операции			
L5-S1	41	37	—
L4-S1	21	22	—
L4-L5	38	40	—
L3-L5	10	11	—

* Черепанов Е.А. Русская версия опросника Освестри: культурная адаптация и валидность. *Хирургия позвоночника*. 2009;(3):93-98.

Исходное значение SF-36 Ph составило 17,9 баллов ($\pm 2,3$), SF-36 Mh — 18,2 ($\pm 3,5$) в группе ДТ. В группе ДН значение SF-36 Ph составило 17,3 баллов ($\pm 3,7$), SF-36 Mh — 19,5 ($\pm 2,8$), $p = 0,937$.

Не было выявлено статистически значимых различий в показателях до операции и в контрольные сроки наблюдения по опросникам ВАШ (как для спины, так и для нижних конечностей), ODI и SF-36 между двумя группами пациентов ($p > 0,05$). При этом в обоих случаях (ригидная и динамическая стабилизации) в послеоперационном периоде отмечены статистически значимые изменения ($p < 0,01$). В обеих группах, по сравнению с предоперационными значениями, выявлено улучшение показателей во все контрольные сроки, значения которых были статистически значимыми ($p < 0,01$) (табл. 3).

При предоперационной подготовке оценивалось состояние межпозвонковых дисков всего поясничного отдела. В случае изменений выше 1-й стадии по Пфирманну диск признавали затронутым в патологический процесс. Общее количество

случаев дегенерации смежного сегмента составило 15,5%. При этом в группе ДТ частота дегенерации в сегменте выше уровня стабилизации к концу сроков наблюдения составила 19,09% ($n = 21$), а в группе ДН — 12% ($n = 13$) ($p = 0,02$) (табл. 4).

В группе ДТ лучевые признаки дегенерации смежного сегмента выявлены у 21 пациента, однако клинические проявления наблюдались лишь у 8, а 7 пациентам потребовались ревизионные операции с продлением металлоконструкции. В группе ДН из 13 пациентов с дегенерацией смежного сегмента клинические проявления были у 2, и лишь в одном случае потребовалась ревизионная операция, заключившаяся в фиксации смежного сегмента и заменой динамических стержней на титановые.

Оценка подвижности проводилась в стабилизированных ПДС. Средний показатель подвижности у пациентов с нитиноловыми стержнями составил $6,4^\circ$. Оценка проводилась измерением разницы углов между верхней замыкательной пластиной верхнего фиксированного позвон-

Таблица 3

Оценка результатов по опросникам в группах пациентов

Опросник	Группа с динамическими стержнями (ДН)	Группа с ригидными стержнями (ДТ)	Критерий p
ВАШ (спина) до операции	7,1	7,4	0,845
ВАШ (спина) после операции	2,3	2,5	0,372
ВАШ (нижние конечности) до операции	6,7	6,3	0,196
ВАШ (нижние конечности) после операции	1,8	2,1	0,127
ODI до операции	76	72	0,856
ODI после операции	26	28	0,461
SF-36 Ph до операции	17,3	17,9	0,883
SF-36 Mh до операции	19,48	18,23	0,937
SF-36 Ph после операции	44,7	42,1	0,290
SF-36 Mh после операции	49,3	51,6	0,587

Таблица 4

Динамика дегенерации смежного сегмента в группах сравнения

Группа	Период				
	3 мес. п/о	6 мес. п/о	12 мес. п/о	24 мес. п/о	36 мес. п/о
ДН	0	2	7	10	13
ДТ	2	7	9	17	21
Всего	2	9	16	27	34

ка и нижней замыкательной пластиной нижнего фиксированного позвонка в положении сгибания и разгибания. У 2 пациентов в группе ДН через 12 мес. после операции зафиксировано полное отсутствие объема движений в стабилизированных сегментах. Анализ показал, что при предоперационном планировании у них не были учтены выраженный артроз межпозвонковых суставов и изначальная малоподвижность выбранных сегментов. В группе ДТ подвижность в оперированных сегментах зафиксирована не была.

Дополнительное моделирование стержней не требовалось, достаточно было имеющегося изгиба в предложенных производителем модификациях. В группе ДТ проведение дополнительного этапа по формированию межтелового спондилодеза увеличивало время хирургического вмешательства (ДТ: 130 мин ± 27 мин, ДН: 110 мин ± 13 мин). У пациентов с динамическими системами костная пластика не проводилась.

Оценка количества осложнений у оперированных пациентов показала, что в группе ДТ таковых было больше (табл. 5).

Обсуждение

Стеноз позвоночного канала представляет собой многофакторный дегенеративный процесс, а точная диагностика включает широкий анализ клинических и лучевых показателей.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что проведенное хирургическое вмешательство приводит к значительному улучшению качества жизни [24, 25]. Это полностью подтверждается полученными нами результатами, согласно которым в послеоперационном периоде у всех пациентов отмечено статистически значимое улучшение качества жизни и уменьшение болевого синдрома. Стоит отметить отдельно, что в проведенном ис-

следовании не зафиксировано ни одного случая серьезных осложнений, таких как инвалидизация, тромбозы вен, смерть и другие, несмотря на то, что, по данным литературы, подобные осложнения в спинальной хирургии возникают в 1,7–11,2% случаев [26]. Это говорит о тщательном отборе, грамотной предоперационной подготовке и послеоперационном ведении пациентов.

Однако хирургические подходы продолжают быть поводом для дебатов [27, 28]. Некоторые авторы считают необходимым выполнение инструментального спондилодеза после этапа декомпрессии, что подтверждается проведенными исследованиями [29].

Результаты экспериментальных исследований показали, что применение ригидных систем с целью стабилизации и фиксации ПДС в отдаленном периоде приводят к его выключению из общей биомеханики движения, что ведет к дегенеративным изменениям в смежных сегментах [30–32], а также увеличивает затраты и риск осложнений [33].

Долгосрочные исследования показывают хорошие результаты использования динамических систем, в том числе и у пожилых пациентов [34, 35]. Однако при сравнении с другими системами не выявлено существенной разницы, в том числе и в количестве развивающихся осложнений и риска повторных операций [36, 37]. Начинают появляться сообщения об отсутствии существенного эффекта от динамических систем в плане предотвращения дегенерации смежного сегмента с последующим развитием его болезни [38].

Проблема болезни смежного сегмента начала активно обсуждаться с конца 1980-х гг. [26, 27]. За последние десятилетия проведено большое количество клинических исследований, основанных на всех доступных методах лучевой визуализации, с использованием различных хирургических

Таблица 5

Структура осложнений в группах пациентов

Осложнение	ДН	ДТ	Всего
Дегенерация смежного сегмента	13	21	34
Повреждение дуральной оболочки	1	5	6
Резорбция костной ткани вокруг винтов	18	24	42
Перелом стержня/стержней	13	0	13
Перелом винта/винтов	0	15	15
Поверхностное нагноение	2	1	3
Несостоятельность послеоперационной раны	0	1	1
Всего	47	67	114

подходов для решения проблем [39–41]. Отсутствие единых стандартов оценки болезни смежного сегмента затрудняет сравнение результатов различных исследований. В нашем исследовании главным критерием дегенерации смежного сегмента являлась оценка состояния межпозвоночного диска по данным МРТ. При дегенерации межпозвоночного диска на одну и более степень по Пфирманну исследуемый пациент рассматривался как случай с развитием синдрома смежного сегмента. Наличие даже начальных признаков дегенерации в соседних сегментах увеличивает вероятность развития болезни смежного сегмента [42].

Наше исследование подтвердило постулат о том, что проблема смежного сегмента далека от своего решения. Однако количество пациентов с дегенерацией смежного сегмента было меньше в группе с ДН, а количество ревизионных операций, связанных с изменениями в смежном сегменте, значительно меньше.

Возможны интра- и послеоперационные осложнения после выполнения PLIF/TLIF, такие как повреждение дуральной оболочки, повреждение корешков, псевдоартроз, что также является существенным недостатком ригидной фиксации [43–45]. В представленном исследовании частота повреждения дуральной оболочки в группе ДТ составляла 4,6% ($n = 5$), а в группе ДН ~ 1,0% ($n = 1$, $p = 0,056$), что подтверждается данными литературы о риске развития такого осложнения [46, 47] и повышения рисков с увеличением сложности проводимого вмешательства [48]. Применение же динамических стержней позволяет минимизировать эти риски и сократить время операции.

В литературе имеется большое количество сообщений о том, что нередко наблюдается потеря подвижности при длительном наблюдении за пациентами с динамической стабилизацией [36, 49–51]. Однако также есть большое количество исследований, сообщающих о сохранении движений в стабилизированных сегментах и даже о возможности регидратации межпозвоночных дисков [52–55]. По нашему мнению, этот вопрос является дискуссионным и требует более детальной оценки полученных данных, поскольку само по себе уменьшение объема движений после динамической стабилизации является ожидаемым. В нашем исследовании у 2 пациентов отмечена полная потеря подвижности через 12 мес. после операции, что связано с некорректным отбором пациентов для динамической стабилизации. Однако это нельзя рассматривать как осложнение, поскольку клинические результаты у этих пациентов были отличными и больные полностью довольны исходом хирургического лечения.

Резорбция костной ткани вокруг винтов зафиксирована нами у 42 пациентов, при этом в группе ДТ таких пациентов было 24 (21,8%), а в группе ДН — 18 (16,4%). Таким образом, по этому показателю статистически значимого различия в группах не было ($p = 0,265$), а общие цифры укладываются в среднемировые показатели, в том числе и при динамической стабилизации [53, 56]. Однако при дальнейшем применении динамических систем стоит обращать внимание на состояние костной ткани, поскольку остеопороз является противопоказанием для их применения [57].

Не менее важным компонентом в оценке исходов хирургического лечения являлся анализ такого осложнения, как перелом элементов металлоконструкции [58]. При этом стоит отметить, что само по себе количество осложнений в группе ДН статистически не отличается от таковых в группе ДТ ($p = 0,27$).

Заключение

Стабилизация динамическими стержнями из нитинола при дегенеративных изменениях поясничного отдела позвоночника более эффективна по сравнению с ригидной фиксацией стержнями из титана, поскольку обеспечивает более высокие результаты. Оценка результатов свидетельствует о значительном улучшении качества жизни, снижении выраженности болевого синдрома, улучшении функционального состояния.

Дальнейшее наблюдение за пациентами позволит оценить поведение имплантата из нитинола, качество жизни пациентов, а также частоту развития осложнений, связанных с металлоконструкциями, в отдаленном послеоперационном периоде.

Было бы полезно проведение проспективного рандомизированного исследования для определения количества стабилизированных сегментов и степени выраженности дегенеративных изменений.

Этика публикации: пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Вклад авторов

Колесов С.В. — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Казьмин А.И. — координация участников исследования, интерпретация и анализ полученных данных, статистическая обработка полученных данных, подготовка текста.

Швец В.В. — анализ и интерпретация полученных данных, редактирование.

Гуща А.О. — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Полторако Е.Н. — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

Басанкин И.В. — разработка концепции и дизайна исследования, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка текста, редактирование.

Кривошеин А.Е. — разработка концепции и дизайна исследования, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка текста, редактирование.

Бухтин К.М. — статистическая обработка и анализ полученных данных, подготовка текста.

Пантелеев А.А. — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

Сажнев М.Л. — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

Переверзев В.С. — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

Литература [References]

- Dowdell J., Erwin M., Choma T., Vaccaro A., Iatridis J., Cho S.K. Intervertebral disk degeneration and repair. *Neurosurgery*. 2017;80(3S):S46-S54. DOI: 10.1093/neuros/nyw078.
- Deyo R., Mirza S.K., Martin B.I., Kreuter W., Goodman D.C., Jarvik J.G. Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults. *JAMA*. 2010;303(13):1259-65. DOI: 10.1001/jama.2010.338.
- Du Bois M., Szpalski M., Donceel P. A decade's experience in lumbar spine surgery in Belgium: Sickness fund beneficiaries, 2000-2009. *Eur Spine J*. 2012;21(12):2693-703. DOI: 10.1007/s00586-012-2381-1.
- Burnett M.G., Stein S.C., Bartels R.H. Cost-effectiveness of current treatment strategies for lumbar spinal stenosis: nonsurgical care, laminectomy, and X-STOP. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(1):39-46. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09552.
- Weinstein J.N., Tosteson T.D., Lurie J.D., Tosteson A., Blood E., Herkowitz H. et al. Surgical versus non-operative treatment for lumbar spinal stenosis four-year results of the Spine Patient Outcomes Research Trial. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(14):1329-1338. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e0f04d.
- Davis R.J., Errico T.J., Bae H., Auerbach J.D. Decompression and coflex interlaminar stabilization compared with decompression and instrumented spinal fusion for spinal stenosis and low-grade degenerative spondylolisthesis: Two-year results from the prospective, randomized, multicenter, food and drug. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(18):1529-1539. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31829a6d0a.
- Schmidt S., Franke J., Rauschmann M., Adelt D., Bonsanto M.M., Sola S. Prospective, randomized, multicenter study with 2-year follow-up to compare the performance of decompression with and without interlaminar stabilization. *J Neurosurg Spine*. 2018;28(4):406-415. DOI: 10.3171/2017.11.SPINE17643.
- Försth P., Ólafsson G., Carlsson T., Frost A., Borgström F., Fritzell P., Öhagen P., Michaëlsson K., Sandén B. A randomized, controlled trial of fusion surgery for lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med*. 2016;374(15):1413-1423. DOI: 10.1056/NEJMoa1513721.
- Ghogawala Z., Dziura J., Butler W.E., Dai F., Terrin N., Magge S.N., Coumans J.V., Harrington J.F., Amin-Hanjani S., Schwartz J.S., Sonntag V.K., Barker F.G., Benzel E.C. Laminectomy plus Fusion versus Laminectomy Alone for Lumbar Spondylolisthesis. *N Engl J Med*. 2016;374(15):1424-1434. DOI: 10.1056/NEJMoa1508788.
- Sigmundsson F.G., Jönsson B., Strömqvist B. Outcome of decompression with and without fusion in spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis in relation to preoperative pain pattern: A register study of 1,624 patients. *Spine J*. 2015;15(4):638-646. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.11.020.
- Röder C., Baumgärtner B., Berlemann U., Aghayev E. Superior outcomes of decompression with an interlaminar dynamic device versus decompression alone in patients with lumbar spinal stenosis and back pain: a cross registry study. *Eur Spine J*. 2015;24(10):2228-2235. DOI: 10.1007/s00586-015-4124-6.
- Kim H.J., Jeong J.H., Cho H.G., Chang B.S., Lee C.K., Yeom J.S. Comparative observational study of surgical outcomes of lumbar foraminal stenosis using minimally invasive microsurgical extraforaminal decompression alone versus posterior lumbar interbody fusion: a prospective cohort study. *Eur Spine J*. 2015;24(2):388-395. DOI: 10.1007/s00586-014-3592-4.
- Omid-Kashani F., Hasankhani E.G., Ashjazadeh A. Lumbar spinal stenosis: who should be fused? An updated review. *Asian Spine J*. 2014;8(4):521-530. DOI: 10.4184/asj.2014.8.4.521.
- Rienmüller A.C., Krieg S.M., Schmidt F.A., Meyer E.L., Meyer B. Reoperation rates and risk factors for revision 4 years after dynamic stabilization of the lumbar spine. *Spine J*. 2019;19(1):113-120. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.05.025.
- Matsuoka Y., Endo K., Suzuki H., Sawaji Y., Nishimura H., Takamatsu T. et al. Postoperative radiographic early-onset adjacent posterior lumbar interbody fusion in patients without preoperative severe sagittal spinal imbalance. *Asian Spine J*. 2018;12(4):743-748. DOI: 10.31616/asj.2018.12.4.743.
- Tu J., Hua W., Li W., Liu W., Luo R., Li S. et al. Short-term effects of minimally invasive dynamic neutralization system for the treatment of lumbar spinal stenosis: An observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(22):e10854. DOI: 10.1097/MD.00000000000010854.
- Cawley D.T., Alexander M., Morris S. Multifidus innervation and muscle assessment post-spinal surgery. *Eur Spine J*. 2014;23(2):320-327. DOI: 10.1007/s00586-013-2962-7.
- Malakoutian M., Street J., Wilke H.J., Stavness I., Dvorak M., Fels S., Oxland T. Role of muscle damage on loading at the level adjacent to a lumbar spine fusion: a biomechanical analysis. *Eur Spine J*. 2016;25(9):2929-2937. DOI: 10.1007/s00586-016-4686-y.
- Колесов С.В., Колбовский Д.А., Казьмин А.И., Морозова Н.С. Применение стержней из нитинола при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового перехода. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(1): 41-49. DOI: 10.14531/ss2016.1.41-49.
- Колесов С.В., Колбовский Д.А., Казьмин А.И., Морозова Н.С. [The use of nitinol rods for lumbosacral fixation in surgical treatment of degenerative spine disease]. *Хирургия Позвоночника [Spine Surgery]*. 2016;13(1): 41-49. (in Russian). DOI: 10.14531/SS2016.1.41-49.
- Parker S.L., Adogwa O., Paul A.R., Anderson W.N., Aaronson O., Cheng J.S., McGirt M.J. Utility of minimum clinically important difference in assessing pain,

- disability, and health state after transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine*. 2011;14(5):598-604. DOI: 10.3171/2010.12.SPINE10472.
21. Fairbank J.C., Pynsent P.B. The Oswestry disability index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(22):2940-2952.
 22. Chung A.S., Copay A.G., Olmscheid N., Campbell D., Walker J.B., Chutkan N. Minimum clinically important difference: current trends in the spine literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017;42(14):1096-1105. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001990.
 23. Ghogawala Z., Resnick D.K., Watters W.C.^{3rd}, Mummaneni P.V., Dailey A.T., Choudhri T.F. et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 2: Assessment of functional outcome following lumbar fusion. *J Neurosurg Spine*. 2014;21(1):7-13. DOI: 10.3171/2014.4.SPINE14258.
 24. Elsayed G., Erwood M.S., Davis M.C., Dupépe E.C., McClugage S.G., Szerlip P. et al. Association between preoperative activity level and functional outcome at 12 months following surgical decompression for lumbar spinal stenosis. *J Neurosurg Spine*. 2018;29(4):388-396. DOI: 10.3171/2018.2.SPINE171028.
 25. McGirt M.J., Parker S.L., Hilibrand A., Mummaneni P., Glassman S.D., Devin C.J., Asher A.L. Lumbar surgery in the elderly provides significant health benefit in the US health care system: Patient-reported outcomes in 4370 patients from the N2QOD registry. *Neurosurgery*. 2015;77 Suppl 4:S125-135. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000952.
 26. Puvanarajah V., Werner B.C., Cancienne J.M., Jain A., Pehlivan H., Shimer A.L. et al. Morbid obesity and lumbar fusion in patients older than 65 years: complications, readmissions, costs, and length of stay. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017;42(2):122-127. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001692.
 27. Sengupta D.K., Herkowitz H.N. Degenerative spondylolisthesis: review of current trends and controversies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(6 Suppl):S71-81.
 28. Herkowitz H.N. Degenerative lumbar spondylolisthesis: A surgeon's perspective of 30 years in practice. *Spine J*. 2010;10(10):916-917. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.08.026.
 29. Watters W.C.^{3rd}, Bono C.M., Gilbert T.J., Kreiner D.S., Mazanec D.J., Shaffer W.O. et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine J*. 2009;9(7):609-614. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.03.016.
 30. Sudo H., Oda I., Abumi K., Ito M., Kotani Y., Minami A. Biomechanical study on the effect of five different lumbar reconstruction techniques on adjacent-level intradiscal pressure and lamina strain. *J Neurosurg Spine*. 2006;5(2):150-155. DOI: 10.3171/spi.2006.5.2.150.
 31. Deyo R.A., Mirza S.K. Trends and variations in the use of spine surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;443:139-146. DOI: 10.1097/01.blo.0000198726.62514.75.
 32. Кривошеин А.Е., Конев В.П., Колесов С.В., Бывальцев В.А., Казьмин А.И. Сравнительный анализ изменений десмальных и хрящевых структур позвоночно-двигательного сегмента при различных способах задней фиксации позвоночника в эксперименте. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(4):25-30. DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-25-30. Krivoshein A.E., Konev V.P., Kolesov S.V., Byval'tsev V.A., Kazmin A.I. [Comparative analysis of changes in the desmal and chondral structures of spinal motion segment at various methods for posterior spine fixation in experiment]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2017;(4):25-30. (in Russian). DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-25-30.
 33. Försth P., Michaëlsson K., Sandén B. Does fusion improve the outcome after decompressive surgery for lumbar spinal stenosis? A two-year follow-up study involving 5390 patients. *Bone Joint J*. 2013;95-B(7):960-965. DOI: 10.1302/0301-620X.95B7.30776.
 34. Schaeren S., Broger I., Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(18):E636-642. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817d2435.
 35. Prud'homme M., Barrios C., Rouch P., Charles Y.P., Steib J.P., Skalli W. Clinical outcomes and complications after pedicle-anchored dynamic or hybrid lumbar spine stabilization: a systematic literature review. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28(8):E439-E448. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000092.
 36. Hoppe S., Schwarzenbach O., Aghayev E., Bonel H., Berlemann U. Long-term outcome after monosegmental L4/5 stabilization for degenerative spondylolisthesis with the dynesys device. *Clin Spine Surg*. 2016;29(2):72-77. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318277ca7a.
 37. Ghiselli G., Wang J.C., Bhatia N.N., Hsu W.K., Dawson E.G. Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(7):1497-1503.
 38. Oikonomidis S., Ashqar G., Kaulhausen T., Herren C., Siewe J., Sobottke R. Clinical experiences with a PEEK-based dynamic instrumentation device in lumbar spinal surgery: 2 years and no more. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):196. DOI: 10.1186/s13018-018-0905-z.
 39. Videbaek T.S., Egund N., Christensen F.B., Grethe Jurik A., Bünger C.E. Adjacent segment degeneration after lumbar fusion: the impact of anterior column support: a randomized clinical trial with an eight- to thirteen-year magnetic resonance imaging follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(22):1955-1964. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e57269.
 40. Cheh G., Bridwell K.H., Lenke L.G., Buchowski J.M., Daubs M.D., Kim Y., Baldus C. Adjacent segment disease following lumbar/thoracic lumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(20):2253-2257. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31814b2d8e.
 41. Lee C.S., Hwang C.J., Lee S.W., Ahn Y.J., Kim Y.T., Lee D.H., Lee M.Y. Risk factors for adjacent segment disease after lumbar fusion. *Eur Spine J*. 2009;18(11):1637-1643. DOI: 10.1007/s00586-009-1060-3.
 42. Herren C., Sobottke R., Pishnamaz M., Scheyerer M.J., Bredow J., Westermann L. et al. The use of the DTO™ hybrid dynamic device: a clinical outcome- and radiological-based prospective clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):199. DOI: 10.1186/s12891-018-2103-x.
 43. Kobayashi K., Ando K., Kato F., Kanemura T., Sato K., Hachiya Y. et al. Reoperation within 2 years after lumbar interbody fusion: a multicenter study. *Eur Spine J*. 2018;27(8):1972-1980. DOI: 10.1007/s00586-018-5508-1.
 44. Imagama S., Kawakami N., Matsubara Y., Tsuji T., Ohara T., Katayama Y. et al. Radiographic adjacent segment degeneration at 5 years after L4/5 posterior lumbar interbody fusion with pedicle screw instrumentation: evaluation by computed tomography and annual screening with magnetic resonance imaging. *Clin Spine Surg*. 2016;29(9):E442-E451. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31828aec78.
 45. Nakashima H., Kawakami N., Tsuji T., Ohara T., Suzuki Y., Saito T. et al. Adjacent segment dis-

- ease after posterior lumbar interbody fusion: based on cases with a minimum of 10 years of follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(14):E831-841. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000917.
46. Segura-Trepichio M., Candela-Zaplana D., Montoza-Nuñez J.M., Martín-Benlloch A., Nolasco A. Length of stay, costs, and complications in lumbar disc herniation surgery by standard PLIF versus a new dynamic interspinous stabilization technique. *Patient Saf Surg*. 2017;11:26. DOI: 10.1186/s13037-017-0141-1.
 47. Liu J., Deng H., Long X., Chen X., Xu R., Liu Z. A comparative study of perioperative complications between transforaminal versus posterior lumbar interbody fusion in degenerative lumbar spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2016;25(5):1575-1580. DOI: 10.1007/s00586-015-4086-8.
 48. Kalevski S.K., Peev N.A., Haritonov D.G. Incidental Dural Tears in lumbar decompressive surgery: Incidence, causes, treatment, results. *Asian J Neurosurg*. 2010;5(1):54-59.
 49. Ferrero E., Guigui P. Current trends in the management of degenerative lumbar spondylolisthesis. *EFORT Open Rev*. 2018;3(5):192-199. DOI: 10.1302/2058-5241.3.170050.
 50. Veresciagina K., Mehrkens A., Schären S., Jeanneret B. Minimum ten-year follow-up of decompression and dynamic stabilization for spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis. *J Spine Surg*. 2018;4(1):93-101. DOI: 10.21037/jss.2018.03.20.
 51. Yeh M., Kuo C.H., Wu J.C., Huang W.C., Tu T.H., Fay L.Y. et al. Changes of facet joints after dynamic stabilization: continuous degeneration or slow fusion? *World Neurosurg*. 2018;113:e45-e50. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.01.148.
 52. Ozer A.F., Oktenoglu T., Egemen E., Sasani M., Yilmaz A., Erbulut D.U. et al. Lumbar single-level dynamic stabilization with semi-rigid and full dynamic systems: A retrospective clinical and radiological analysis of 71 patients. *Clin Orthop Surg*. 2017;9(3):310-316. DOI: 10.4055/cios.2017.9.3.310.
 53. Fay L.Y., Wu J.C., Tsai T.Y., Tu T.H., Wu C.L., Huang W.C., Cheng H. Intervertebral disc rehydration after lumbar dynamic stabilization: magnetic resonance image evaluation with a mean followup of four years. *Adv Orthop*. 2013;2013:437570. DOI: 10.1155/2013/437570.
 54. Gomleksiz C., Sasani M., Oktenoglu T., Ozer A.F. A short history of posterior dynamic stabilization. *Adv Orthop*. 2012;2012:629698. DOI: 10.1155/2012/629698.
 55. Yilmaz A., Senturk S., Sasani M., Oktenoglu T., Yaman O., Yildirim H. et al. Disc rehydration after dynamic stabilization: A report of 59 cases. *Asian Spine J*. 2017;11(3):348-355. DOI: 10.4184/asj.2017.11.3.348.
 56. Wu J.-C., Huang W.C., Tsai H.W., Ko C.C., Wu C.L., Tu T.H., Cheng H. Pedicle screw loosening in dynamic stabilization: incidence, risk, and outcome in 126 patients. *Neurosurg Focus*. 2011;31(4):E9. DOI: 10.3171/2011.7.FOCUS11125.
 57. Hoppe S., Loosli Y., Baumgartner D., Heini P., Benneker L. Influence of screw augmentation in posterior dynamic and rigid stabilization systems in osteoporotic lumbar vertebrae: A biomechanical cadaveric study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(6):E384-389. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000198.
 58. Mohi Eldin M.M., Ali A.M. Lumbar transpedicular implant failure: A clinical and surgical challenge and its radiological assessment. *Asian Spine J*. 2014;8(3):281-297. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.281.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Колесов Сергей Васильевич — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением патологии позвоночника, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

Казьмин Аркадий Иванович — канд. мед. наук, врач отделения патологии позвоночника, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

Швец Владимир Викторович — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения патологии позвоночника, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

Гуца Артем Олегович — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением нейрохирургии, ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва

Полторако Екатерина Николаевна — врач-нейрохирург отделения нейрохирургии, ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва

Басанкин Игорь Владимирович — канд. мед. наук, заведующий нейрохирургическим (вертебрологическим) отделением, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского Минздрава Краснодарского края, Краснодар

Кривошеин Артем Евгеньевич — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Омский Государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergey V. Kolesov — Dr. Sci. (Med.), professor, the head of Spinal Pathology Department, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

Arkady I. Kazmin — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Spinal Pathology Department, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

Vladimir V. Shvets — Dr. Sci. (Med.), leading research fellow, Spinal Pathology Department, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

Artem O. Gushcha — Dr. Sci. (Med.), the head of Department of Neurosurgery, Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation

Ekaterina N. Poltorako — neurosurgeon, Department of Neurosurgery, Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation

Igor V. Basanin — Cand. Sci. (Med.), the head of Department of Neurosurgery, Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No 1, Krasnodar, Russian Federation

Artem E. Krivoshein — Cand. Sci. (Med.), assistant, Department of Traumatology and Orthopedics, Omsk State Medical, Omsk, Russian Federation

Бухтин Кирилл Михайлович — канд. мед. наук, ученый секретарь диссертационного совета, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

Пантелеев Андрей Андреевич — врач отделения патологии позвоночника, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

Сажнев Максим Леонидович — канд. мед. наук, врач отделения патологии позвоночника, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

Переверзев Владимир Сергеевич — врач отделения патологии позвоночника, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва

Kirill M. Bukhtin — Cand. Sci. (Med.), scientific secretary, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

Andrey A. Pantelev — doctor, Department of Spine Pathology, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

Maxim L. Sazhnev — Cand. Sci. (Med.), doctor, Department of Spine Pathology, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

Vladimir S. Pereverzev — doctor, Department of Spine Pathology, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation