



ПРИМЕНЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ ИЗ НИТИНОЛА ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА С ФИКСАЦИЕЙ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ПЕРЕХОДА

С.В. Колесов, Д.А. Колбовский, А.И. Казьмин, Н.С. Морозова

Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва

Цель исследования. Анализ результатов лечения дегенеративных заболеваний позвоночника с использованием стержней из нитинола при фиксации пояснично-крестцового отдела позвоночника по сравнению с традиционной ригидной фиксацией.

Материал и методы. В проспективное рандомизированное исследование включены 75 пациентов (34 мужчины, 41 женщина; средний возраст 43 года) с дегенеративным поражением сегмента L₅–S₁. У 35 пациентов хирургическое лечение выполняли с применением стержней из нитинола (группа I), у 40 — с использованием стандартных титановых стержней (группа II). Клинические и лучевые результаты отслеживали через 1,5 года после операции.

Результаты. ВАШ для спины и нижних конечностей, ODI, SF-36 показали улучшение у пациентов обеих групп в виде значительного снижения болевого синдрома, улучшения психологического и физического здоровья. При рентгенологическом обследовании отмечено восстановление лордоза поясничного отдела позвоночника в обеих группах. В группе I не было данных о нестабильности винтов, резорбции костной ткани вокруг винтов и болезни смежного сегмента, на функциональных рентгенограммах отмечено сохранение подвижности ($5,0^\circ \pm 1,2^\circ$). В группе II было 7 случаев псевдоартроза, 6 — болезни смежного сегмента, из них у 4 пациентов проведено оперативное вмешательство.

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, пояснично-крестцовый отдел позвоночника, хирургическое лечение, стержни из нитинола.

Для цитирования: 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. Т. 13. № 1. С. 41–49.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.1.41-49>.

THE USE OF NITINOL RODS FOR LUMBOSACRAL FIXATION IN SURGICAL TREATMENT OF DEGENERATIVE SPINE DISEASE

S.V. Kolesov, D.A. Kolbovsky, A.I. Kazmin, N.S. Morozova

Objective. To analyze the results of treatment of degenerative spine disease with the use of nitinol rods for lumbosacral fixation as compared with conventional rigid fixation.

Material and Methods. The prospective randomized study included 75 patients (34 males, 41 females; mean age 43 years) with degenerative lesion at the L₅–S₁ level. Surgical treatment was performed with nitinol rods in 35 patients (Group 1), and with standard titanium rods in 40 patients (Group 2). Clinical and radiological results were assessed in 1.5 years after surgery.

Results. The VAS leg-and-back, ODI, and SF-36 scores showed improvement in patients of both groups such as a significant reduction in pain intensity and improvement in psychological and physical health. The X-ray examination showed the restoration of the lumbar lordosis in both groups. In Group 1, there was no evidence of screw instability, bone resorption around screws and the adjacent segment disease, and functional radiography demonstrated preservation of mobility ($5.0^\circ \pm 1.2^\circ$). There were seven patients with pseudoarthrosis, and six — with adjacent segment disease in Group 2, surgical intervention was required in four of them.

Conclusion. Transpedicular fixation in the lumbosacral spine using nitinol rods is an effective technology allowing for mobility preservation in combination with stable fixation.

Key Words: degenerative diseases of the spine, lumbosacral spine.

Please cite this paper as: Kolesov SV, Kolbovsky DA, Kazmin AI, Morozova NS. The use of nitinol rods for lumbosacral fixation in surgical treatment of degenerative spine disease. *Hir. Pozvonoc.* 2016;13(1):41–49. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.1.41-49>.

За прошедшее столетие хирургическая активность в лечении дегенеративных заболеваний позвоночника возросла многократно. Так, в США в 2000–2009 гг. уровень оперативной активности при этом заболевании вырос на 30 % [19, 22, 32, 47]. В Российской Федерации по поводу болей в спине ежегодно к врачу обращается более 1 млн человек [3]. На примере отделения патологии позвоночника ЦИТО можно оценить уровень хирургической активности: за последние 20 лет вырос более чем в 3 раза – с 33 пациентов в 1994 г. до 110 в 2013 г. В свою очередь, у пожилых людей хирургические вмешательства при стенозе позвоночного канала занимают первое место среди операций на позвоночнике в ортопедической и нейрохирургической практике [5]. Расходы на лечение в развитых странах оцениваются в миллиарды долларов [17, 29].

Дегенерация дисков – это естественный процесс, связанный с целым рядом факторов. Так, изменения в замыкательной пластине приводят к нарушению питания межпозвонковых дисков и, как следствие, к дегенерации дисков. Старение, апоптоз, нарушение синтеза коллагенов, неоваскуляризация, патологические протеогликианы – факторы дегенерации дисков. В результате патологических процессов происходит потеря высоты диска, которая приводит к нарушенной биомеханике движений позвоночного сегмента, проявляющейся нестабильностью [35]. White и Panjabi [37, 46] определяют нестабильность как неспособность позвоночника поддерживать нормальное положение и защищать нервные элементы. При дегенеративных изменениях, в частности при нестабильности, развивается гипертрофия желтых связок, фасеточных суставов, та или иная степень протрузии межпозвонковых дисков, то есть стеноз позвоночного канала [12].

Клиническими проявлениями стеноза позвоночного канала является корешковый болевой синдром или вертеброгенная перемежающая-

ся хромота [15]. При консервативном лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника у 85 % из них с течением времени клиническая картина ухудшается [24].

Стандартом хирургического лечения за последние 20–30 лет при дегенеративных поражениях в поясничном отделе позвоночника стала декомпрессия невральных структур позвоночного канала с выполнением спондилодеза (с использованием инструментария или без него), поскольку многочисленными исследованиями доказано развитие нестабильности после декомпрессивных операций [9, 40, 44].

Однако данные вмешательства приводят к большому числу осложнений, что особенно негативно сказывается на качестве жизни пациентов. Смежная дегенерация достигает 89 % [36], псевдоартроз – 5–7 %, перелом имплантатов – 5–10 %, резорбция костной ткани вокруг транспедикулярных винтов – 10–15 % [41, 42].

Наибольший интерес представляет сегмент L_5-S_1 , который является переходным между подвижным поясничным отделом и крестцом. Биомеханически данный сегмент представляет собой область максимальной нагрузки (объем движений максимальный в пояснично-крестцовом отделе 18°) (табл. 1) [7, 13] и наибольших дегенеративных изменений [14]. Известно, что 95 % патологии при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника связано именно с сегментом L_5-S_1 [25, 33],

а по сообщениям ряда авторов [1, 6, 23, 46], осложнения при операциях на данном уровне колеблются от 12,5 до 57,0 %. В исследованиях осложнений при фиксации пояснично-крестцового перехода Pihlajamäki et al. [39] из 102 пациентов у 48 были осложнения, почти у половины из них встречалось более 1 осложнения. Так, псевдоартроз – 19,6 % случаев, резорбция костной ткани вокруг имплантатов – 17,6 %, перелом элементов металлоконструкции – 19,6 %.

Нельзя не отметить тот факт, что в последние десятилетия более чем в два раза увеличилось число больных среди лиц моложе 20 лет [4].

Нитинол – уникальный сплав никеля (55 %) и титана (45 %), обладающий такими свойствами, как память формы и сверхупругость. Эффективный модуль упругости нитинола 15–20 ГПа, что практически равно модулю упругости кортикальной кости (18 ГПа). По своим характеристикам он в восемь раз пластичнее титана. Кристаллическая решетка обладает большой устойчивостью к динамическим нагрузкам [30]. Нитинол, используемый в динамических стержнях, имеет температуры начала и конца восстановления формы, соответственно 27 и 35 °C. Они используются в сверхупругом состоянии при температуре тела (36–37 °C), обеспечивая механическую совместимость транспедикулярного фиксатора с механическим поведением позвоночника [2].

Таблица 1

Объем движений в позвоночно-двигательных сегментах поясничного отдела позвоночника [37], град.

Уровень	Флексионно-экстензионные движения	Односторонний боковой наклон	Односторонняя аксиальная ротация
L_1-L_2	12	6	2
L_2-L_3	14	6	2
L_3-L_4	15	8	2
L_4-L_5	16	6	2
L_5-S_1	17	3	1

Использование таких свойств нитинола является перспективным при динамической стабилизации пояснично-крестцового отдела позвоночника по технологии *pofusion* (без спондилодеза).

Однако в литературе нет статей, посвященных его использованию в качестве стержней в сочетании с транспедикулярными винтами при дегенеративных поражениях позвоночника в пояснично-крестцовом отделе.

Цель исследования – анализ результатов лечения дегенеративных заболеваний позвоночника с использованием стержней из нитинола при фиксации пояснично-крестцового отдела позвоночника по сравнению с традиционной ригидной фиксацией.

Материал и методы

В проспективное рандомизированное исследование включены 75 пациентов (34 мужчины, 41 женщина) с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника с обязательным вовлечением в патологический процесс сегмента L₅–S₁, с грыжами диска со стенозом позвоночного канала и явлениями нестабильности в пояснично-крестцовом отделе.

Средний возраст пациентов 43 года (от 35 до 81). Были или остаются курильщиками 19 человек, пенсионеры – 15, остальные 60 пациентов работали, 29 из них находились на момент госпитализации на больничном или имели больничный в течение последних 3 мес. Все пациенты предъявляли жалобы на боли в поясничном отделе позвоночника, односторонние или двусторонние боли в ногах, корешковые расстройства (снижение чувствительности, мышечной силы). До хирургического лечения все пациенты прошли курс консервативного лечения от 3 до 6 мес. без существенного клинического эффекта.

Сопутствующие заболевания: 7 (9,33 %) случаев сахарного диабета II типа, 12 (16,00 %) – ИБС, 19 (25,33 %) – артериальной гипертензии, 2 (2,66 %) – бронхиальной астмы, 6 (8,00 %) – язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, 1 (1,33 %) – поливалентной аллергии к лекарственным препаратам. Из числа пациентов с сопутствующими заболеваниями 8 (17,02 %) потребовалось проведение предоперационной подготовки в условиях стационара.

Все операции проведены в отделении патологии позвоночника ЦИТО им. Н.Н. Приорова в 2010–2013 гг. двумя хирургами с равным участием.

Клиническая оценка. Все пациенты до и после операции заполняли опросники ВАШ, Oswestry, SF-36. Тестирование проводили через 3, 6 мес. и через 1,5 года после операции.

Рентгенологическое обследование. В запланированном алгоритме обследования перед операцией всем пациентам выполняли стандартную рентгенографию в двух проекциях, функциональные рентгенограммы в положении пациента стоя, МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника (рис. 1).

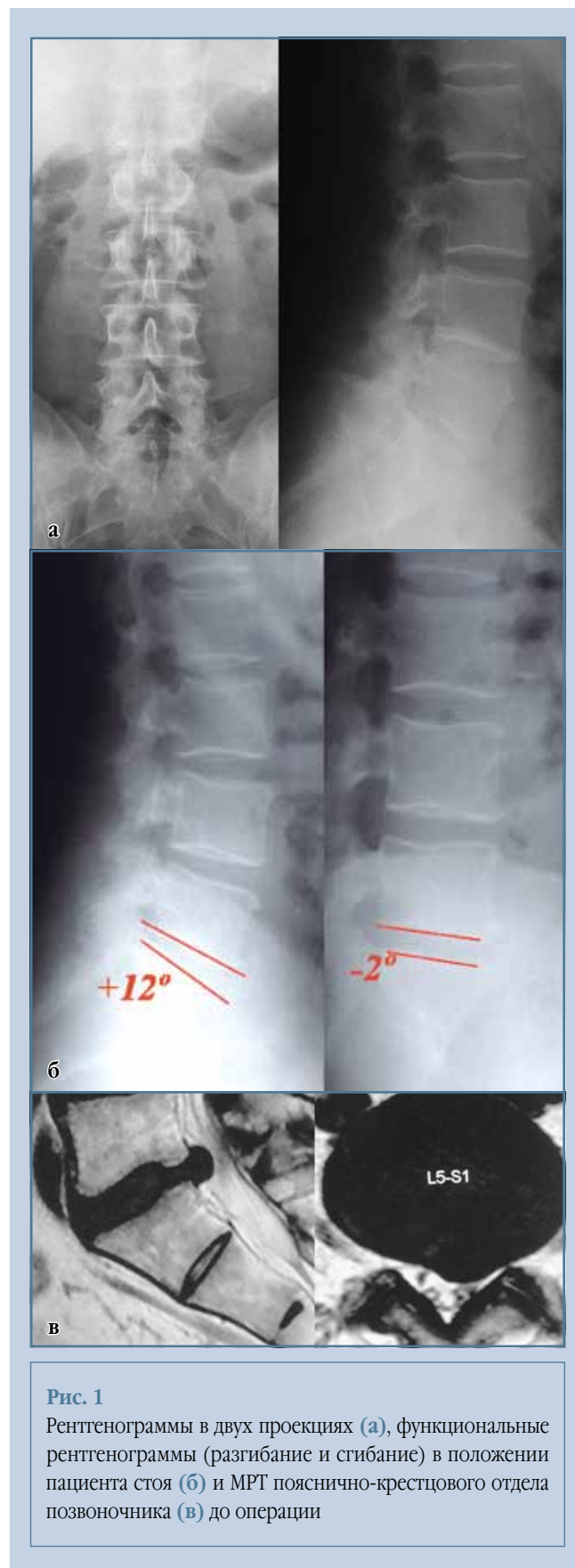


Рис. 1

Рентгенограммы в двух проекциях (а), функциональные рентгенограммы (разгибание и сгибание) в положении пациента стоя (б) и МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника (в) до операции

При оценке рентгенограмм проводили измерение поясничного лордоза. На функциональных рентгенограммах оценивали подвижность пояснично-крестцового отдела позвоночника, проводили измерение по Cobb объема сгибательно-разгибательных движений в каждом позвоночно-двигательном сегменте пояснично-крестцового отдела. По МРТ-снимкам оценивали уровень стеноза позвоночного канала, степень компрессии невралжных структур, состояние смежных к предполагаемой фиксации сегментов. На контрольных осмотрах через 3 и 6 мес. после операции выполняли рентгенограммы в стандартных проекциях, а также функциональные снимки, проводили анкетирование.

При контрольном осмотре через 1,5 года всем пациентам выполняли стандартную рентгенографию в двух проекциях, функциональные рентгенограммы в положении стоя (рис. 2), МРТ и КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника.

На функциональных рентгенограммах через 1,5 года после операции оценивали подвижность поясничного отдела позвоночника. Считали угол Cobb по верхнему и нижнему позвонкам, вовлеченным в зону фиксации на рентгенограммах, выполненных в положении сгибания и разгибания. Кроме того, измеряли по Cobb объем сгибательно-разгибательных движений в каждом фиксированном сегменте. Через 1,5 года всем больным выполняли КТ, по которой оценивали резорбцию костной ткани вокруг транспеди-

кулярных винтов, и МРТ для оценки состояния смежных сегментов. Таким образом, всем пациентам перед операцией выполняли МРТ-исследование пояснично-крестцового отдела позвоночника, рентгенографию в двух стандартных проекциях, а также функциональные снимки (сгибание/разгибание). В послеоперационном периоде рентгенограммы выполняли через 6 и 12 мес. Через 1,5 года всем пациентам повторяли обследование и дополнительно производили КТ и МРТ.

Оперативная техника. Все пациенты были разделены на группы путем адаптивной рандомизации, по видам хирургического лечения основная и контрольная группы были сопоставимы, что максимально позволило улучшить объективизацию данного исследования. Обе группы являются равнозначными; нецелесообразно указание количественного соотношения произведенных различных вмешательств, поскольку исследование направлено не на усовершенствование хирургической техники, а на изучение клинических свойств стержней из нитинола, в отличие от ригидных титановых, применительно к дегенеративно-дистрофическим заболеваниям пояснично-крестцового перехода.

I группа – 35 пациентов (17 мужчин и 18 женщин; средний возраст 41 год). Выполняли стандартный задний срединный доступ. Проводили транспедикулярные винты, стараясь сохранить межпозвонковые суставы неповрежденными. После установки винтов выполняли декомпрессию невралжных структур путем интер-, гами-, ламинэктомии. По показаниям выполняли стандартную дискэктомию, резекцию гипертрофированной желтой связки и суставных отростков. В случае преобладания нестабильности на уровне пораженного сегмента без компрессии невралжных структур проводили только стабилизацию позвоночно-двигательных сегментов. После этого устанавливали два нитиноловых стрежня, которые моделировали по поясничному лордозу в заводских условиях (35–40°). Перед имплантацией стержни хранились в холодном физиологическом растворе, температура хранения не выше +10 °С, поскольку при теплосмене такие материалы могут многократно обратимо деформироваться, что позволяет осуществить обратимость неупругой деформации, то есть эффект памяти формы. Эффект памяти формы позволяет стержням из нитинола корректировать изгибы позвоночника за счет возвращения к заранее заданной форме при температуре тела. При фиксации одного и двух сегментов возможно применение стержней без предварительного охлаждения. Спондилодез и костную пластику не выполняли. У 12 пациентов проводили фиксацию L₅–S₁, у 14 – L₄–L₅–S₁, у 9 – L₃–L₄–L₅–S₁.

II группа – 40 пациентов (15 мужчин и 25 женщин; средний возраст 44 года). Выполняли стандартный задний доступ. Устанавливали транспедикулярные винты. Выполняли декомпрессию невралжных структур путем интер-, гами- и ламинэктомии. Поскольку в зону фиксации попадал сегмент L₅–S₁, выполняли межтеловой спондилодез



Рис. 2

Рентгенограммы в боковой проекции через 1,5 года после операции: разгибание и сгибание

Таблица 2

Средние показатели подвижности позвоночно-двигательных сегментов у пациентов до и после операции, град.

Параметры	Группа I		Группа II	
	до операции	1,5 года после операции	до операции	1,5 года после операции
Угол лордоза в поясничном отделе позвоночника	22	35	23	37
Глобальная подвижность	95	56	96	24
Th ₁₂ –L ₁	12	12	11	12
L ₁ –L ₂	11	11	11	13
L ₂ –L ₃	14	7	14	0
L ₃ –L ₄	19	10	19	0
L ₄ –L ₅	20	9	21	0
L ₅ –S ₁	19	7	20	0

L₅–S₁ по методике PLIF или TLIF с использованием кейджа. Как и в основной группе, по показаниям выполняли стандартную дискэктомию, резекцию гипертрофированной желтой связки и суставных отростков. В случае преобладания нестабильности на уровне пораженного сегмента без компрессии невралических структур проводили только стабилизацию позвоночно-двигательных сегментов и обязательную TLIF на уровне L₅–S₁. Установка ригидных стержней из титана. Дополнительно проводили костную пластику по поперечным отросткам и задним элементам позвонков с использованием аутооттрансплантатов. У 12 пациентов выполняли фиксацию L₅–S₁, у 17 – L₄–L₅–S₁, у 11 – L₃–L₄–L₅–S₁.

Каждый пациент получил антибиотикопрофилактику (1,0 г цефтриаксона перед операцией и в течение трех дней после операции). После операции пациенты в течение суток находились в постели, затем активизировались под наблюдением врача. Средний срок пребывания в стационаре после операции – 10 дней.

По виду хирургического лечения основная и контрольная группы были сопоставимы.

Результаты

В обеих группах восстановлен поясничный лордоз: 20,0° ± 1,0° до операции, 35,0° ± 1,0° после операции; 23,0° ± 1,0° до операции, 37,0° ± 1,0° после операции соответственно. Однако при изучении функциональных рентгенограмм через 1,5 года после операции у пациентов группы I отмечена подвижность в стабилизированных сегментах (5,0° ± 1,2°). У пациентов группы II подвижности на фиксированных уровнях не выявлено (табл. 2).

При анализе продолжительности операции в группе I среднее время хирургического вмешательства составило 155 ± 15 мин. В группе II больше – 213 ± 15 мин. Это связано с затратой времени на выполнение межтелового и заднего спондилодеза. Объем кровопотери в группе I в среднем 200 ± 50 мл, в группе II – 700 ± 50 мл, это объясняется

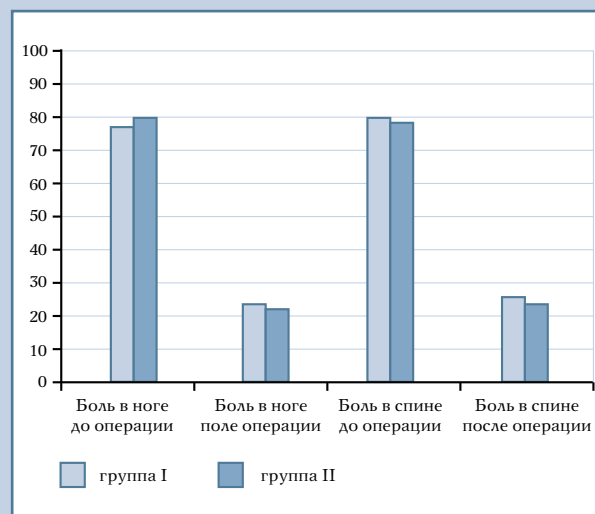


Рис. 3

Ваш до операции и через 1,5 года после операции

выполнением межтелового спондилодеза по методу PLIF и TLIF, а также декорткации задних элементов при заднем спондилодезе. На этих этапах операции происходила дополнительная кровопотеря, как правило, из эпидуральных вен и из кости.

Результаты лечения проанализированы по анкетам. Показатели ВАШ для спины и нижних конечностей значительно уменьшились в обеих группах и сохранились на сопоставимом уровне через 1,5 года (рис. 3). ODI имеет хорошую тенденцию к снижению в обеих группах, однако в группе I результат статистически лучше: 64,6 до операции и 17,8 после операции против 65,2 и 25,6 в группе II соответственно; $p < 0,05$ (рис. 4). По данным SF-36 также отмечается соотносимое улучшение в обеих группах. Так, в группе I физический компонент здоровья до операции – 37,2, после операции – 66,5, психическое здоровье до опе-

рации – 41,5, после операции – 74,3. При этом в группе II отмечен несколько худший показатель физического здоровья: физический компонент здоровья до операции – 36,2, после операции – 55,2, психическое здоровье до операции – 42,5, после операции – 73,7, $p < 0,05$ (рис. 5).

На свои рабочие места в течение 1,5 лет вернулись 26 человек, из них 14 человек из группы I и 12 человек из группы II.

Осложнения. В группе I через 1,5 года не выявлено нестабильности имплантатов, по данным КТ не выявлено ре-

зорбции костной ткани вокруг винтов, не зафиксировано ни одного случая усугубления нестабильности смежного уровня. У 1 пациента было инфекционное осложнение (поверхностное нагноение), потребовавшее открытого ведения раны с последующим наложением вторичных швов. В группе II осложнений было больше. Нагноение отмечалось у 1 пациента, выполнены открытое ведение послеоперационной раны, санация и наложение вторичных швов. Псевдоартроз выявлен у 7 пациентов, болезнь смежного сегмента – у 6, в 4 случаях из-за сильного болевого синдрома потребовались ревизионные операции. В 2 случаях показаниями к операции было развитие синдрома смежного сегмента с выраженными клиническими проявлениями, некупируемыми консервативно – боли в пояснице с иррадиацией в нижнюю конечность. В 2 случаях на фоне нестабильности и развития псевдоартроза потребовались ревизионные операции с выполнением перемонтажа металлоконструкции и дополнительной костной пластики алло- и аутотрансплантатами.

Таким образом, в группе с использованием нитиноловых стержней результаты лечения через 1,5 года были лучше по количеству осложнений и по оценке качества жизни согласно различным опросникам.

Обсуждение

Задний спондилодез широко используется в качестве хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника. Костный блок предотвращает аномальные движения, устраняя источник болей. С другой стороны, даже у пациентов со 100 % костным блоком, достигнутым качественным спондилодезом, уровень удовлетворенности, по данным ряда авторов, достигает всего 30 % [8, 27, 28, 31, 34].

Задние динамические системы стабилизации создавались для улучшения качества лечения пациентов и с целью устранения осложнений, связанных с созданием костного блока, таких, как болезнь смежного сегмента (12,2–18,5 %) [38], развитие стресс-шилдинг эффекта (2–3 % в год после стабилизации) [21], псевдоартроз (3–55 %) [18, 26, 45], развивающаяся остеопения в зоне фиксации и вокруг имплантатов [36], потеря подвижности в фиксированных сегментах. Помимо того, не всегда происходит значительное улучшение клинических результатов даже при хорошей рентгенологической картине [10, 20]. Таким образом, использование устройств для задней динамической стабилизации в хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника может обеспечить большую удовлетворенность пациентов в результате уменьшения койкодней, меньшего времени реабилитации, а также за счет отсутствия недостатков ригидных систем.

За последние 10 лет предложено большое количество различных динамических имплантатов без четкого понимания механизмов их действия [42]. Общими тенденциями для всех устройств является сохранение подвижности оперированного сегмента. Другими словами, устройство должно ограничивать патологическую подвижность

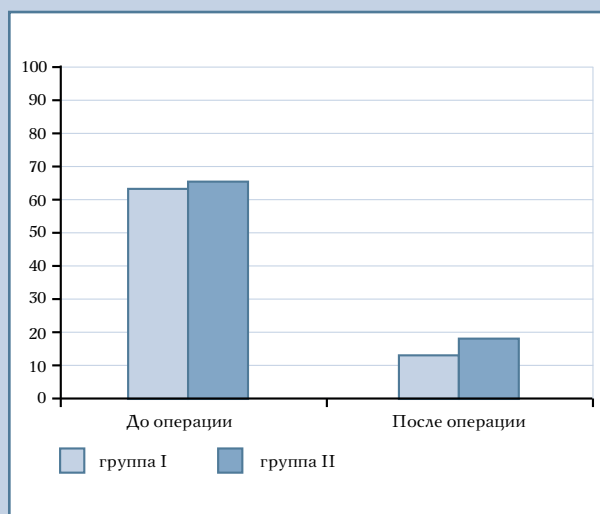


Рис. 4

ODI до операции и через 1,5 года после операции

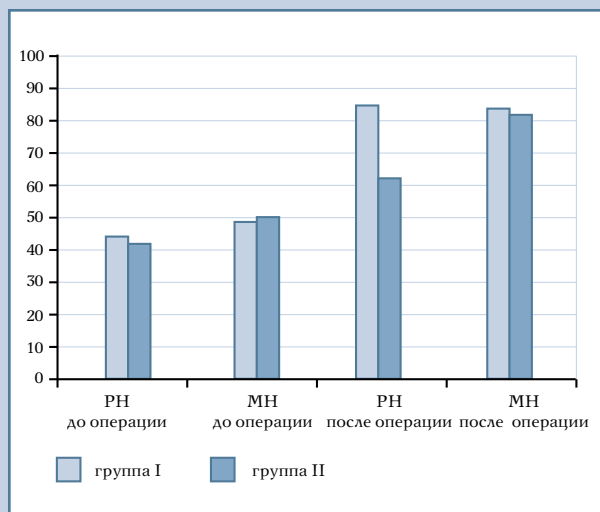


Рис. 5

SF-36 до операции и через 1,5 года после операции: PH – физическое здоровье; MH – психическое здоровье

в позвоночно-двигательном сегменте при сохранении физиологического объема движений. Однако некоторая степень потери подвижности всегда присутствует при использовании любых устройств [41, 43].

По результатам нашего исследования, клинические результаты в ближайшем послеоперационном периоде в обеих группах удовлетворительные, что обусловлено адекватной декомпрессией, устранением стеноза и нестабильности. В группе I через 1,5 года после операции не выявлено проблем со смежным уровнем. В группе II случаев нестабильности смежного сегмента было 6 (15 %), 4 из которых проявлялись клинически. В литературе подобные осложнения доходят до 42,6 %, из которых в 56,0 % он проявляется клинически [16]. По анализу клинического материала, согласно опроснику Освестри, результаты были лучше в группе I по сравнению с группой II.

Через 18 мес. после операции не выявлено переломов стержней и их расшатывания. Но для большей достоверности исследования необходим более длительный период наблюдения.

Нитинол по своим характеристикам при использовании с транспеди-

кулярными винтами позволяет более физиологично распределить динамическую нагрузку, сохраняет объем движений и снижает нагрузку на опорные элементы. Это является профилактикой их расшатывания, что важно в условиях остеопороза и сниженного качества костной ткани.

Хирургическая техника установки стержней из нитинола проста и в случае ревизионных вмешательств не составляет проблем.

По данным литературы, некоторые динамические фиксаторы недостаточно ограничивают движения при ротации туловища [42]. Применение динамических транспедикулярных фиксаторов сопряжено с развитием осложнений. Встречается до 27 % осложнений, так или иначе связанных с имплантацией динамического стабилизатора [11]. Bothmann et al. [11] показали, что, несмотря на сохранение подвижности при стабилизации позвоночника динамическими системами, вероятность развития осложнений достаточно высока: развитие резорбции костной ткани вокруг винтов – 17,5 %, перелом элементов имплантата – 2,5 %, болезнь смежного сегмента – 2,5 %.

Нитинол за счет своих свойств равномерно работает во всех плоскостях [30].

Полученные данные в результате проспективного рандомизированного исследования показали эффективность использования нитиноловых стержней.

Выводы

1. Транспедикулярная фиксация с использованием нитиноловых стержней без спондилодеза при динамической стабилизации пояснично-крестцового перехода у больных с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника позволяет получить лучшие результаты через 1,5 года после операции по сравнению с традиционной ригидной фиксацией.

2. Нитиноловые стержни позволяют сохранить подвижность в позвоночно-двигательном сегменте через 1,5 года после операции, что снижает количество осложнений, характерных для ригидной фиксации.

3. Необходимо дальнейшее накопление клинического материала и анализ отдаленных результатов по данному методу лечения.

Литература/References

- Афаунов А.А., Басанкин И.В., Кузьменко А.В., Шаповалов В.К. Анализ причин ревизионных операций при хирургическом лечении больных с поясничными стенозами дегенеративной этиологии // Кубанский научный медицинский вестник. 2013. № 7. С. 173–176. [Afaunov AA, Basankin IV, Kuzmenko AV, Shapovalov VK. Analysis of reasons for revision surgery in patients treated for degenerative lumbar spinal stenosis. Kuban Research Medical Gazette. 2013;(7):173–176. In Russian].
- Левченко С.К., Древал О.Н., Ильин А.А., Коллеров М.Ю., Рынков И.П., Басков А.В. Экспериментально-анатомическое исследование функциональной транспедикулярной стабилизации позвоночника // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2011. № 1. С. 20–26. [Levchenko SK, Dreval ON, Ilin AA, Kollerov MIu, Rynkov IP, Baskov AV. Experimental anatomical study of transpedicular stabilization of the spine. Problems of neurosurgery named after N.N. Burdenko. 2011;(1):20–26. In Russian].
- Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации. Департамент развития медицинской помощи и курортного дела. ФГУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Росздрав. Заболеваемость населения России в 2010 г. Статистические материалы. [Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation. Department of medical care and health resort operations. Federal Research Institute of Health Organization and Informatics of Ministry of Health of Russia. Morbidity of population of Russia in 2010. Statistical materials. In Russian].
- Михайлов Д.А., Усиков В.Д., Пташников Д.А. Результаты использования механического декомпрессора в лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника // Травматология и ортопедия России. 2010. № 3. С. 35–40. [Mikhaylov DA, Usikov VD, Ptashnikov DA. Results of the treatment of degenerative dystrophic spine lumbar disease using mechanical decompressor. Traumatology and orthopedics of Russia. 2010;(3):35–40. In Russian].
- Продан А.И., Перепечай О.А., Колесниченко В.А., Балан С.И., Чернышев А.Г. Современные технологии хирургического лечения поясничного спинального стеноза // Хирургия позвоночника. 2008. № 3. С. 40–47. [Prodan AI, Perepechay OA, Kolesnichenko VA, Balan SI, Chernyshev AG. Contemporary technologies for surgical treatment of lumbar spinal stenosis. Hir. Pozvonoc. 2008;(3):40–47. In Russian].
- Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klaber-Moffett J, Kovacs F, Mannion AF, Reis S, Staal JB, Ursin H, Zanolli G. COST B13 Working Group on Guidelines for Chronic Low Back Pain. Chapter 4. European guidelines for the man-

- agement of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J.* 2006;15 Suppl 2:S192–300. DOI: 10.1007/s00586-006-1072-1.
7. **ASTM Standard F1717-04.** Standard Test Methods for Spinal Implant Constructs in a Vertebrectomy Model. In: ASTM International, West Conshohocken, PA, 2004. URL: www.astm.org. DOI: 10.1520/F1717-04.
 8. **Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS.** Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity: a statistical evaluation. *Spine.* 1995;20:1055–1060. DOI: 10.1097/00007632-199505000-00012.
 9. **Boden SD, Martin C, Rudolph R, Kirkpatrick JS, Moeini SM, Hutton WC.** Increase of motion between lumbar vertebrae after excision of the capsule and cartilage of the facets. A cadaver study. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:1847–1853.
 10. **Boos N, Webb JK.** Pedicle screw fixation in spinal disorders: a European view. *Eur Spine J.* 1997;6:2–18. DOI:10.1007/BF01676569.
 11. **Bothmann M, Kast E, Boldt GJ, Oberle J.** Dynesys fixation for lumbar spine degeneration. *Neurosurg Rev.* 2008;31:189–196. DOI: 10.1007/s10143-007-0101-9.
 12. **Botwin KP, Gruber RD.** Lumbar spinal stenosis: anatomy and pathogenesis. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2003;14:1–15. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S1047-9651(02)00063-3.
 13. **Bridwell KH, DeWald RL, eds.** The Textbook of Spinal Surgery. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011:64–73.
 14. **Bydon M, Xu R, Santiago-Dieppa D, Macki M, Sciubba DM, Wolinsky JP, Bydon A, Gokaslan ZL, Witham TF.** Adjacent-segment disease in 511 cases of posterolateral instrumented lumbar arthrodesis: floating fusion versus distal construct including the sacrum. *J Neurosurg Spine.* 2014;20:380–386. DOI: 10.3171/2013.12.SPINE13789.
 15. **Caputy AJ, Spence CA, Bejjani GK, Luessenhop AJ.** The role of spinal fusion in surgery for lumbar spinal stenosis: a review. *Neurosurg Focus.* 1997;3:e3. DOI: 10.3171/foc.1997.3.2.6.
 16. **Cheh G, Bridwell KH, Lenke LG, Buchowski JM, Daubs MD, Kim Y, Baldus C.** Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up. *Spine.* 2007;32:2253–2257.
 17. **Deyo RA, Tsui-Wu YJ.** Descriptive epidemiology of low-back pain and its related medical care in the United States. *Spine.* 1987;12:264–268.
 18. **Faundez AA, Schwender JD, Safriel Y, Gilbert TJ, Mehbod AA, Denis F, Transfeldt EE, Wroblewski JM.** Clinical and radiological outcome of anterior-posterior fusion versus transforaminal lumbar interbody fusion for symptomatic disc degeneration: a retrospective comparative study of 133 patients. *Eur Spine J.* 2009;18:203–211. DOI: 10.1007/s00586-008-0845-0.
 19. **Friedman BW, Chilstrom M, Bijur PE, Gallagher EJ.** Diagnostic testing and treatment of low back pain in the United States emergency departments: a national perspective. *Spine.* 2010;35:1406–1411. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181d952a5.
 20. **Fritzell P, Hagg O, Nordwall A.** Complications in lumbar fusion surgery for chronic low back pain: comparison of three surgical techniques used in a prospective randomized study. A report from the Swedish Lumbar Spine Study Group. *Eur Spine J.* 2003;12:178–189. DOI: 10.1007/s00586-002-0493-8.
 21. **Goel VK, Lim TH, Gwon J, Chen JY, Winterbottom JM, Park JB, Weinstein JN, Ahn JY.** Effects of rigidity of an internal fixation device. A comprehensive biomechanical investigation. *Spine.* 1991;16:S155–S161. DOI: 10.1097/00007632-199103001-00023.
 22. **Hart LG, Deyo RA, Cherkin DC.** Physician office visits for low back pain. Frequency, clinical evaluation, and treatment patterns from a U.S. national survey. *Spine.* 1995;20:11–19.
 23. **Hashem S, Abdelbar A, Ibrahim H, Alaa-Eldin Habib M, Abdel-Monem A, Hamdy H.** Review of device and operator related complications of transpedicular screw fixation for the thoracic and lumbar regions. *Egypt J Neurol Psychiat Neurosurg.* 2012;49:393–398.
 24. **Johnsson KE, Rosen I, Uden A.** The natural course of lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(279):82–86. DOI: 10.1097/00003086-199206000-00010.
 25. **Jongeneelen CJ.** Biomechanics in the intervertebral disc. A literature review. Part I of Msc-thesis. Eindhoven University of Technology, 2006:1–15.
 26. **Maghout Juratli S, Franklin GM, Mirza SK, Wickizer TM, Fulton-Kehoe D.** Lumbar fusion outcomes in Washington State workers' compensation. *Spine.* 2006;31:2715–2723. DOI: 10.1097/01.brs.0000244589.13674.11.
 27. **Kaner T, Sasani M, Oktenoglu T, Cosar M, Ozer AF.** Utilizing dynamic rods with dynamic screws in the surgical treatment of chronic instability: a prospective clinical study. *Turk Neurosurg.* 2009;19:319–326.
 28. **Kaner T, Sasani M, Oktenoglu T, Ozer AF.** Dynamic stabilization of the spine: a new classification system. *Turk Neurosurg.* 2010;20:205–215. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.2358-09.2.
 29. **Katz JN.** Lumbar disc disorders and low-back pain: socioeconomic factors and consequences. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 2:21–24. DOI: 10.2106/JBJS.E.01273.
 30. **Kollerov M, Lukina E, Gusev D, Mason P, Wagstaff P.** Impact of material structure on the fatigue behavior of NiTi leading to a modified Coffin–Manson equation. *Materials Science and Engineering: A.* 2013;585:356–362. DOI: 10.1016/j.msea.2013.07.072.
 31. **Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, Weinstein JN, Reinartz SJ, el-Khoury GY, Colby H.** Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine.* 1987;12:97–104.
 32. **Luo X, Pietrobon R, Sun SX, Liu GG, Hey L.** Estimates and patterns of direct health care expenditures among individuals with back pain in the United States. *Spine.* 2004;29:79–86. DOI: 10.1097/01.BRS.0000105527.13866.0F.
 33. **Ma D, Liang Y, Wang D, Liu Z, Zhang W, Ma T, Zhang L, Lu X, Cai Z.** Trend of the incidence of lumbar disc herniation: decreasing with aging in the elderly. *Clin Interv Aging.* 2013;8:1047–1050. DOI: 10.2147/CIA.S49698.
 34. **Martin BI, Mirza SK, Comstock BA, Gray DT, Kreuter W, Deyo RA.** Reoperation rates following lumbar spine surgery and the influence of spinal fusion procedures. *Spine.* 2007;32:382–387. DOI: 10.1097/01.brs.0000254104.55716.46.
 35. **Martin MD, Boxell CM, Malone DG.** Pathophysiology of lumbar disc degeneration: a review of the literature. *Neurosurg Focus.* 2002;13:E1.
 36. **McAfee PC, Farey ID, Sutterlin CE, Gurr KR, Warden KE, Cunningham BW.** The effect of spinal implant rigidity on vertebral bone density. A canine model. *Spine.* 1991;16(6 Suppl):S190–S197. DOI: 10.1097/00007632-199106001-00003.
 37. **Panjabi MM.** The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord.* 1992;5:390–397. DOI: 10.1097/00002517-199212000-00002.
 38. **Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT, McGillicuddy JE.** Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine.* 2004;29:1938–1944. DOI: 10.1097/01.brs.0000137069.88904.03.
 39. **Pihlajamaki H, Myllynen P, Bostman O.** Complications of transpedicular lumbosacral fixation for non-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:183–189.
 40. **Quint U, Wilke HJ, Loer F, Claes L.** Laminectomy and functional impairment of the lumbar spine: the importance of muscle forces in flexible and rigid instrumented stabilization – a biomechanical study in vitro. *Eur Spine J.* 1998;7:229–238. DOI: 10.1007/s005860050062.
 41. **Schmoelz W, Huber JF, Nydegger T, Dipl-Ing, Claes L, Wilke HJ.** Dynamic stabilization of the lumbar spine its effects on adjacent segments: an in vivo experiment. *J Spinal Disord Tech.* 2003;16:418–423. DOI: 10.1097/00024720-200308000-00015.
 42. **Sengupta DK, Herkowitz HN.** Pedicle screw-based posterior dynamic stabilization: literature review. *Adv Orthop.* 2012;Article ID 424268. DOI: 10.1155/2012/424268.
 43. **Siepe CJ, Mayer HM, Wiechert K, Korge A.** Clinical results of total lumbar disc replacement with ProDisc II: three-year results for different indications. *Spine.* 2006;31:1923–1932. DOI: 10.1097/01.brs.0000228780.06569.e8.

44. **Soini J, Laine T, Pohjolainen T, Hurri H, Alaranta H.** Spondylodesis augmented by transpedicular fixation in the treatment of olisthetic and degenerative conditions of the lumbar spine. Clin Orthop Relat Res. 1993;(297):111–116. DOI: 10.1097/00003086-199312000-00020.
45. **Waguespack A, Schofferman J, Slosar P, Reynolds J.** Etiology of long-term failures of lumbar spine surgery. Pain Med. 2002;3:18–22. DOI: 10.1046/j.1526-4637.2002.02007.x.
46. **White AA, Panjabi MM.** Clinical Biomechanics of the Spine, 2nd ed. Philadelphia, 1990.
47. **Zagra A, Minoia L, Archetti M, Corriero AS, Ricci K, Teli M, Giudici F.** Prospective study of a new dynamic stabilisation system in the treatment of degenerative discopathy and instability of the lumbar spine. Eur Spine J. 2012;21 Suppl 1:83–89. DOI: 10.1007/s00586-012-2223-1.

Адрес для переписки:

Казьмин Аркадий Иванович
127299, Москва, ул. Приорова, 10, ЦИТО им. Н.Н. Приорова,
kazmin.cito@mail.ru

Address correspondence to:

Kazmin Arkady Ivanovich,
CITO n.a. N.N. Priorova, Priorova str., 10, Moscow, 127299, Russia,
kazmin.cito@mail.ru

Статья поступила в редакцию 02.10.2014

Сергей Васильевич Колесов, д-р мед. наук, проф., заведующий отделением патологии позвоночника; Дмитрий Александрович Колбовский, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения патологии позвоночника; Аркадий Иванович Казьмин, аспирант отделения патологии позвоночника; Наталья Сергеевна Морозова, аспирант отделения патологии позвоночника, Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва.

Sergey Vasilyevich Kolesov, MD, DMSc, Prof., Head of the department of spine pathology; Dmitry Aleksandrovich Kolbovsky, MD, PhD, senior researcher in the department of spine pathology; Arkady Ivanovich Kazmin, clinical resident in the department of spine pathology; Natalia Sergeyevna Morozova, clinical resident in the department of spine pathology, Central Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia.