



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОЯСНИЧНЫХ ДОРСОПАТИЙ

Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии, г. Минск,
Республика Беларусь

В ходе проведенного анализа современной литературы, посвященной хирургическому лечению поясничных дорсопатий, был выявлен ряд спорных вопросов. Результаты исследований, содержащих данные по сравнению эффективности декомпрессионных и декомпрессионно-стабилизирующих вмешательств, по многим аспектам являются противоречивыми. При использовании различных методик в ряде случаев специалистам не удается добиться благоприятного результата в отдаленном периоде. Важнейшим вопросом, затронутым в обзоре, является обоснование стабилизации позвоночника. Проведен детальный разбор факторов, которые необходимо учитывать при определении необходимости заднего спондилодеза и фиксации. Несмотря на высокий уровень развития виртуальных технологий, на сегодняшний день нет абсолютного метода диагностики нестабильности позвоночно-двигательного сегмента. К неоднозначным маркерам поясничной нестабильности относят параметры межпозвонковых дисков, связочного аппарата, дугоотростчатых суставов и вентральных остеофитов. Функциональная спондилография остается основной методикой (диагностическая эффективность составляет 63,3%) выявления гипермобильности позвоночника на поясничном уровне, но, в силу своих недостатков, требует сопоставления с данными нейровизуализации и клиническими параметрами. Определение показаний к использованию спондилодеза при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника на поясничном уровне требует комплексного подхода и учета патогенетических, рентгенологических и общесоматических факторов.

Ключевые слова: дегенеративный стеноз, задний спондилодез, нестабильность позвоночника, функциональная рентгенография, трансляция, ангуляция

This review appraises the available current literature for spinal surgical treatment for lumbar dorsopathy and a number of controversial issues have been identified. The results of studies containing data comparing the effectiveness of decompression and decompression-stabilization interventions are found to be contradictory in many aspects. When using various techniques, in some cases, specialists fail to achieve a favorable result in the long term period. The most significant issue raised in the review of the article is the justification for the spine stabilization. A detailed analysis of factors that should be taken into consideration to apply of posterior spondylodesis and fixation has been performed. Despite the high level of virtual technologies development, today there is no absolute method for diagnosing instability of the functional spinal unit. The ambiguous markers of lumbar instability include the parameters of the intervertebral discs, ligamentous apparatus, facet joints of spine, and ventral osteophytes. Functional spondylography remains the main technique (diagnostic efficiency 63.3%) for detecting hypermobility of the spine at the lumbar level, but due to its shortcomings, it requires comparison with neuroimaging data and clinical parameters. Determination of indications for the use of spondylodesis in degenerative-dystrophic diseases of the spine at the lumbar level requires an integrated approach taking into account pathogenetic, radiological and somatic factors.

Keywords: degenerative stenosis, posterior fusion, spinal instability, functional spondylography, translation, angulation

Novosti Khirurgii. 2022 Mar-Apr; Vol 30 (2): 198-206
Topical Issues of Surgical Treatment for Lumbar Dorsopathy
P.S. Remov

The articles published under CC BY NC-ND license



Введение

Дегенеративный стеноз поясничного отдела позвоночника является одной из самых важных и социально значимых проблем современной вертебрологии [1]. Из-за увеличения доли возрастного населения данная патология становится все более распространенной. Анатомическим субстратом заболевания является несоответствие позвоночного канала его содержанию, вследствие чего у пациентов раз-

вивается неврологическая симптоматика [2].

В ряде случаев поясничный стеноз диагностируется в комбинации с дегенеративным спондилолистезом — патологией, в основе которой лежит смещение вышележащего позвонка при условии сохранности межсуставной части дуги [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Согласно исследованию M.L. Dijkerman et al. [3], у 24% процентов пациентов, оперированных по поводу стеноза на поясничном уровне, в дооперационном периоде выявлялся спондилолистез.

Хирургическое лечение поясничных дорсопатий, к которым относится дегенеративный стеноз (в том числе в сочетании со спондилолистезом), направлено на декомпрессию нервных образований и восстановление целостности позвоночного канала [1, 8, 9]. Учитывая тот факт, что в ряде случаев стеноз сопряжен с нестабильностью, современный спектр хирургических операций, направленных на его лечение, включает как декомпрессионные, так и декомпрессионно-стабилизирующие операции [10, 11].

Несмотря на интенсивное развитие современных технологий, актуальным и спорным остается вопрос выбора типа и объема хирургического вмешательства в каждом конкретном случае [10, 12]. Среди специалистов отсутствует единое мнение по поводу показаний к фиксации позвоночника в случаях его дегенеративно-дистрофического поражения [4]. Учитывая тот факт, что декомпрессионно-стабилизирующие операции не лишены недостатков и в ряде случаев не приводят к улучшению качества жизни пациентов, вопрос обоснования заднего спондилодеза является одной из самых обсуждаемых тем в лечении поясничных дорсопатий [7, 10, 12, 13, 14, 15, 16]. На сегодняшний день отсутствует консенсус при определении необходимости фиксации в случаях комбинации стеноза и дегенеративного спондилолистеза [3]. Таким образом, в хирургии поясничных дорсопатий остается ряд проблем, заслуживающих внимания и более глубокого изучения.

Эффективность современных декомпрессионных и декомпрессионно-стабилизирующих вмешательств

Традиционным способом хирургического лечения дегенеративного стеноза на поясничном уровне является одно- или многоуровневая ламинэктомия, дополненная медиальной фасетэктомией [2, 8]. Ограничением к использованию такого метода является изначальное нарушение стабильности в позвоночно-двигательном сегменте (ПДС) [14].

Большинство специалистов рекомендуют придерживаться экономных костных резекций, позволяющих уменьшить травматизацию заднего опорного комплекса и минимизировать риск развития нестабильности в позднем послеоперационном периоде [1, 10, 16]. В свете вышесказанного набирают популярность двухсторонние декомпрессии позвоночного канала из одностороннего доступа. Особую роль такие операции играют для пациентов с осложненным соматическим анамнезом [7].

Бурное развитие минимально инвазивных технологий во многих случаях позволяет ограничиться изолированной декомпрессией без фиксации [17]. Вместе с тем внедрение новых малотравматичных методов спондилодеза способствует расширению показаний к его применению [7]. Метод транспедикулярной фиксации позвоночника был предложен W. Dick в 1985 году [18]. По данным литературы, число декомпрессионно-стабилизирующих операций, выполняемых при поясничных дорсопатиях, ежегодно возрастает [5, 8, 10]. Одним из перспективных направлений является использование систем динамической стабилизации, таких как «X-Stop», «Coflex», «Diam» и «Медбиотех» [4, 14].

Несмотря на широкое применение, фиксация позвоночника не лишена недостатков [12, 13]. Анализ современных исследований свидетельствует, что декомпрессионно-стабилизирующие операции в сравнении с изолированной декомпрессией характеризуются более высоким уровнем травматизации мягких тканей, кровопотери и прогрессирования дегенеративных изменений на смежных уровнях [4, 14, 15, 19]. Нередки случаи переломов корней дуг, переломов металлоконструкций, резорбции костной ткани вокруг винтов. В ряде случаев в отдаленном периоде не удается добиться спондилодеза [10, 20]. Кроме этого, использование фиксации позвоночника сопряжено с более высокими финансовыми затратами [5, 16].

В современной литературе, посвященной поясничным дорсопатиям, большое количество работ посвящено сравнению эффективности декомпрессионных и декомпрессионно-стабилизирующих вмешательств. Результаты исследований по некоторым аспектам являются противоречивыми [18]. На сегодняшний день собрана доказательная база того, что сочетание декомпрессии и стабилизации у пациентов с дегенеративным стенозом при наличии признаков нестабильности статистически значимо улучшает послеоперационные результаты по сравнению с изолированной декомпрессией [3, 7, 8, 17, 21]. В то же время, данные, представленные В.В. Хоминцом с соавт., свидетельствуют о том, что эффективность применения двух методов в отдаленном периоде сопоставима [4].

Есть информация, что декомпрессионно-стабилизирующие вмешательства имеют мало преимуществ по сравнению с изолированной декомпрессией [1]. По данным К. Thomas et al., у пациентов с нейрогенной перемежающейся хромотой более эффективной оказалась декомпрессия без фиксации [22]. Существует мнение, что при отсутствии признаков нестабильности

или деформации спондилодез не улучшает клинический исход [9, 11].

Согласно исследованию W. Sun et al. в случае комбинации стеноза и дегенеративного спондилолистеза использование изолированной декомпрессии приводит к прогрессированию нестабильности и усилению болевого синдрома в отдаленном периоде [14, 23].

Вместе с тем в работе P.W. Detwiler et al. проведено сравнение двух методов по степени прогрессирования нестабильности в позднем послеоперационном периоде, при этом различий между декомпрессионными и декомпрессионно-стабилизирующими вмешательствами установлено не было [5].

Ряд исследований указывают на то, что декомпрессионно-стабилизирующие операции характеризуются более низкой частотой реопераций по сравнению с изолированной декомпрессией [24, 25]. При этом в литературе отсутствуют данные по частоте развития болезни смежного уровня в отдаленном периоде между декомпрессионными и декомпрессионно-стабилизирующими вмешательствами [18].

Спорные моменты при определении показаний к стабилизации

В современной литературе особое внимание уделяется использованию дифференцированного подхода при планировании хирургических вмешательств по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний на поясничном уровне [10, 26]. Одним из самых сложных и актуальных вопросов при этом является определение показаний к применению стабилизации позвоночника [10, 17].

Задний спондилодез показан при наличии деформации позвоночника, спондилолистеза, воспалительного процесса, нестабильного повреждения [7, 19, 25]. Ряд авторов рекомендуют использовать фиксацию в случаях рецидива болевого синдрома, вызванного недостаточной декомпрессией позвоночного канала в ходе первичной операции [2, 12].

Типичной ситуацией, требующей того, чтобы декомпрессия на поясничном уровне была дополнена стабилизацией, является комбинация стеноза позвоночного канала и дегенеративного спондилолистеза [5, 13]. Существует мнение, что фиксации требуют только нестабильные (по данным функциональных рентгенограмм) формы спондилолистеза, а также те случаи, когда независимо от объема резекции дуг позвонков планируется фораминотомия [27]. В таком случае декомпрессионно-стабилизирующие вмешательства позволяют избежать дальнейше-

го трансляционного смещения вышележащего позвонка [6]. Вместе с тем есть информация о возможности использования изолированной декомпрессии при спондилолистезе 1 степени [3].

В 2019 году В.А. Бывальцевым были опубликованы данные, согласно которым необходимость фиксации определяется степенью дегенерации дугоотростчатых суставов и величиной фасеточного угла. В качестве показаний к динамической стабилизации указывается 1-2 степень дегенерации фасеточных суставов по Fujiwara и значение фасеточного угла менее 60 градусов, в то время при значении фасеточного угла более 60 градусов и более чем второй степени дегенерации суставных фасеток по Fujiwara рекомендована ригидная фиксация [15].

Есть информация, согласно которой фиксация позвоночника требуется при наличии его деформации, спондилолистеза 2-4 степени, сегментарной нестабильности и необходимости широкой резекции дугоотростчатых суставов [20].

Согласно заключению Мировой федерации нейрохирургических сообществ, изолированная декомпрессия в случаях поясничного стеноза может быть использована только при отсутствии клинических и рентгенологических проявлений нестабильности. Также в заключении сообщается, что стабилизация требуется в случае билатеральной резекции дугоотростчатых суставов в объеме более 50% [2].

Отсутствует консенсус по выбору оптимального типа хирургического лечения в случае комбинации дегенеративного спондилолистеза и стеноза на поясничном уровне [3, 21]. Зачастую определение необходимости спондилодеза осуществляется по случайному принципу без четких обоснований либо базируется только на индивидуальном мнении хирурга [2, 11].

Предоперационное планирование хирургических вмешательств при поясничных дорсопатиях должно в обязательном порядке включать анализ неврологических данных, показателей рентгеновской компьютерной томографии (РКТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и функциональных рентгенограмм [15]. По мнению специалистов, в ходе определения показаний к спондилодезу должны учитываться следующие факторы: высота межпозвонкового диска, наличие кифотической деформации, объем планируемой декомпрессии, состояние смежных ПДС, стадия дегенеративного процесса, характер и локализация болевого синдрома [2, 4, 19, 28]. Одним из важных параметров является краниокаудальная протяженность стенозированного участка [13].

Большое значение придается объему резек-

ции дуг позвонков и дугоотростчатых суставов [16]. В ходе биомеханических тестов установлено, что даже при односторонней резекции более 50% общей ширины сустава может развиваться сегментарная нестабильность [1]. По мнению Omid-Kashani F. et al. [19], фиксация требуется только в тех случаях, когда, помимо медиальной фасетэктомии в объеме более 50%, планируется обширная резекция дуг и дискэктомия.

Одним из факторов, принятое во внимание которого позволяет снизить риск осложнений фиксации, является плотность костной ткани [4, 10]. Как известно, тяжелая форма остеопороза является противопоказанием к применению стабилизации либо требует использования усиленных винтов [19].

К весомым факторам относят соматический статус, вес и гематологические показатели пациента [7, 13, 29]. Кроме этого, при выборе способа хирургического лечения необходимо учитывать пол пациента и наличие вредных привычек [30]. Для оценки риска осложнений и неудачного исхода того или иного типа вмешательства предложены индекс хирургической инвазивности и шкала коморбидности Чарлсона [7, 8, 31].

Несмотря на важность всех вышеперечисленных факторов, ключевым параметром при определении показаний к спондилодезу остается стабильность в ПДС [1, 7, 13, 32, 33, 34]. При этом непосредственные диагностические критерии нестабильности позвоночника являются спорными и неоднозначными [29, 32, 35].

Диагностические маркеры нестабильности позвоночника на поясничном уровне

На сегодняшний день нестабильность позвоночника относят к сложным и обсуждаемым вопросам как для хирургов, так и для специалистов диагностического звена [35, 36]. Первое упоминание о данной патологии датируется 1934 г. Согласно современным представлениям, нестабильность ПДС определяется как состояние, при котором происходит нарушение несущей функции позвоночника, нарастание амплитуды движений, вследствие чего под действием нагрузок происходит чрезмерная деформация и прогрессирование дегенеративных процессов в сегменте [32, 37].

К диагностическим маркерам гипермобильности у пациентов с поясничным стенозом традиционно относят усиление болевого синдрома в позвоночнике при нагрузке, нейрогенную перемежающую хромоту, парезы и прогрессирующие расстройства чувствительности [12, 18, 21, 35]. Для инструментальной диагностики

данной патологии используются провокационные тесты, функциональная спондилография, РКТ, МРТ, которые при необходимости могут быть дополнены функциональными пробами [23, 36, 38].

Основным методом выявления поясничной нестабильности по-прежнему является функциональная рентгенография [18, 35, 39]. Есть информация, что диагностическая эффективность методики составляет 63,3% [40]. На спондилограммах оцениваются следующие параметры: трансляционное смещение вышележащего позвонка, ангуляция и угол Кобба [6]. Принципиальное значение при этом имеют показатели трансляции и ангуляции [16].

Классические рентгенологические критерии гипермобильности на функциональных рентгенограммах – увеличение ангуляции более 10 градусов и трансляции более 4 мм [5, 16, 33, 35, 36]. По мнению W. Slikker et al., нестабильность в сегменте может быть установлена при значении трансляции более 3 мм [6]. Группой исследователей во главе с R.S. Ochia et al. [13] были предложены критерии гипермобильности, при которых значение трансляции должно быть более 6 мм, значение ангуляции – более 4 градусов. В другом литературном источнике сообщается, что для установки факта нестабильности в ПДС значение ангуляции должно быть более 9 градусов, значение трансляции – более 2 мм [38].

Отсутствие четких числовых маркеров при интерпретации показателей функциональной спондилографии – одна из проблем в диагностике поясничной нестабильности [37]. Есть информация, что значение трансляции более 4 мм ассоциировано с высоким риском прогрессирования нестабильности при использовании изолированной декомпрессии [4]. Во многих исследованиях сообщается, что параметры трансляции и ангуляции не всегда коррелируют с клиническими показателями [6, 21, 23, 32, 34, 40]. В литературе встречается термин «микронестабильность», когда есть рентгенологические данные, однако отсутствуют клинические проявления гипермобильности в ПДС [32, 41]. При этом процесс поиска взаимосвязи между неврологическими симптомами и данными функциональной спондилографии является непростой задачей [36].

Бесспорным является тот факт, что функциональная рентгенография имеет ряд недостатков, вследствие чего не может являться абсолютным методом диагностики нестабильности на поясничном уровне. К таким недостаткам относят погрешности измерения, морфологические вариации позвонков, болевой синдром

у пациентов, ограничивающий движения в функциональных положениях [37, 40]. Есть данные, согласно которым даже минимальные погрешности укладки пациента могут исказить показатели ангуляции и трансляции более чем на 10% [34]. Кроме этого, спондилография с функциональными пробами позволяет выявлять не все виды смещения позвонков, вследствие чего ее параметры, согласно мнению некоторых авторов, могут быть лишь косвенным признаком гипермобильности в ПДС [32, 35].

Важную роль в диагностике нестабильности играют методы нейровизуализации. Использование РКТ и МРТ позволяет выявлять «вакуум-феномен», оценивать степень сужения позвоночного канала, степень дегенерации межпозвонковых дисков и связочного аппарата [37, 39]. Есть информация, что при установке факта гипермобильности в сегменте следует учитывать степень дегенерации фасеточных суставов [8]. В то же время данных о статистически значимой корреляции между выраженностью изменений в суставах и уровнем мобильности в ПДС в литературе нет [2, 35].

Спорными рентгенологическими признаками нестабильности на поясничном уровне являются передние остеофиты и изменения в межпозвонковых дисках. Традиционным считается мнение, согласно которому наличие вентральных остеофитов относят к диагностическим маркерам гипермобильности [6, 21]. Некоторые авторы считают, что данный признак свидетельствует о нестабильности только в том случае, если тракционные шпоры имеют горизонтальную ориентацию, выступают за контур замыкательных пластинок на 2-3 мм и сочетаются наличием «вакуум-феномена» в межпозвонковом диске [34, 36]. В других литературных источниках сообщается, что ключевое значение имеет конфигурация остеофита, при этом его клювовидная форма может свидетельствовать о наступлении рестабилизации в ПДС [35, 38].

Еще одним неоднозначным критерием нестабильности сегмента являются параметры межпозвонкового диска [4, 16]. Есть данные, что между степенью дегенерации диска и ангуляцией существует статистически значимая корреляция [6]. О наличии гипермобильности может свидетельствовать сочетание изменений в самом диске с вентральными остеофитами и кальцификацией связочного аппарата [16]. В противовес вышесказанному есть мнение, что дегенеративные изменения, выявленные посредством МРТ внутри межпозвонкового диска, являются признаком наступления стадии рестабилизации ПДС [38].

Заключение

Определение показаний к использованию спондилодеза при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника на поясничном уровне является сложным и многогранным вопросом, требующим комплексного подхода и учета патогенетических, клинических, рентгенологических и общесоматических параметров. Функциональная спондилография, несмотря на свои недостатки, продолжает оставаться ключевым методом диагностики сегментарной нестабильности, в то же время ее данные требуют сопоставления с неврологическими показателями и параметрами нейровизуализации. Проведенный обзор литературы демонстрирует необходимость разработки новых алгоритмов дифференцированного хирургического лечения дорсопатий, основанных на персонифицированном учете показателей пациента и использовании виртуальных технологий в ходе предоперационного планирования.

Финансирование

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований РНПЦ травматологии и ортопедии. Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинских изделий авторы не получали.

Конфликт интересов

Автор заявляет, что конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pao JL, Lin SM, Chen WC, Chang CH. Unilateral biportal endoscopic decompression for degenerative lumbar canal stenosis. *J Spine Surg.* 2020 Jun;6(2):438-46. doi: 10.21037/jss.2020.03.08
2. Sharif S, Shaikh Y, Bajamal AH, Costa F, Zileli M. Fusion Surgery for Lumbar Spinal Stenosis: WFNS Spine Committee Recommendations. *World Neurosurg X.* 2020 Mar 18;7:100077. doi: 10.1016/j.wnsx.2020.100077. eCollection 2020 Jul.
3. Dijkerman ML, Overvest GM, Moojen WA, Vleggeert-Lankamp CLA. Decompression with or without concomitant fusion in lumbar stenosis due to degenerative spondylolisthesis: a systematic review. *Eur Spine J.* 2018 Jul;27(7):1629-43. doi: 10.1007/s00586-017-5436-5
4. Хоминец ВВ, Надулич КА, Нагорный ЕБ, Кудяшев АЛ, Теремшонок АВ. Особенности хирургической тактики при лечении больных с поясничным дегенеративным спондилолистезом. *Гений Ортопедии.* 2018;24(2):221-28. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-2-221-228
5. Detwiler PW, Marciano FF, Porter RW, Sonntag

- VK. Lumbar stenosis: indications for fusion with and without instrumentation. *Neurosurg Focus*. 1997 Aug 15;3(2):e4; discussion 1 p following e4. doi: 10.3171/foc.1997.3.2.7
6. Iii WS, Orias AAE, Shifflett GD, Lee JYB, Siemionow K, Gandhi S, Fogg L, Samartzis D, Inoue N, An HS. Image-Based Markers Predict Dynamic Instability in Lumbar Degenerative Spondylolisthesis. *Neurospine*. 2020 Mar;17(1):221-27. doi: 10.14245/ns.1938440.220
7. Reid PC, Morr S, Kaiser MG. State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease. *J Neurosurg Spine*. 2019 Jul 1;31(1):1-14. doi: 10.3171/2019.4.SPINE18915
8. Cole AA. Fusion for lumbar spinal stenosis? *BMJ* [Electronic resource]. 2016 [cited 2021 Янв 17];353. Available from: <https://www.bmj.com/content/353/bmj.i3145>
9. Resnick DK, Watters WC 3rd, Mummaneni PV, Dailey AT, Choudhri TF, Eck JC, Sharan A, Groff MW, Wang JC, Ghogawala Z, Dhall SS, Kaiser MG. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine*. 2014 Jul;21(1):62-66. doi: 10.3171/2014.4.SPINE14275
10. Гуца АО, Колесов СВ, Полторако ЕН, Колбовский ДА, Казьмин АИ. Хирургическое лечение многоуровневого стеноза позвоночного канала в поясничном отделе позвоночника с применением динамической стабилизации в рамках мультицентрового исследования. *Вестн Травматологии и Ортопедии им НН Приорова*. 2017;24(4):11-17. <https://doi.org/10.17816/vto201724411-17>
11. Гринь АА, Никитин АС, Каландари АА, Асратян СА, Юндин СВ, Юсупов С-ЭР. Ригидная транспедикулярная фиксация в лечении пациентов с дегенеративным поясничным стенозом. *Вопр Нейрохирургии им НН Бурденко*. 2020;84(5):41-49. <https://doi.org/10.17116/neiro20208405141>
12. Daniels CJ, Wakefield PJ, Bub GA, Toombs JD. A Narrative Review of lumbar fusion surgery with relevance to chiropractic practice. *J Chiropr Med*. 2016 Dec;15(4):259-71. doi: 10.1016/j.jcm.2016.08.007
13. Ochia RS, Inoue N, Renner SM, Lorenz EP, Lim TH, Andersson GB, An HS. Three-dimensional in vivo measurement of lumbar spine segmental motion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Aug 15;31(18):2073-78. doi: 10.1097/01.brs.0000231435.55842.9e
14. Zhang Y, Lu D, Ji W, He F, Chen AC, Yang H, Zhu X. Which is the most effective treatment for lumbar spinal stenosis: Decompression, fusion, or interspinous process device? A Bayesian network meta-analysis. *J Orthop Translat*. 2020 Sep 26;26:45-53. doi: 10.1016/j.jot.2020.07.003. eCollection 2021 Jan.
15. Бывальцев ВА, Оконешникова АК, Калинин АА, Рабинович СС. Взаимосвязь тропизма и ангуляции дугоотростчатых суставов и результатов стабилизирующих операций при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника. *Хирургия Позвоночника*. 2018;15(4):70-179. doi: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.4.70-79>
16. Burgstaller JM, Porchet F, Steurer J, Wertli MM. Arguments for the choice of surgical treatments in patients with lumbar spinal stenosis – a systematic appraisal of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015 Apr 22;16:96. doi: 10.1186/s12891-015-0548-8
17. Pearson AM. Fusion in degenerative spondylolisthesis: how to reconcile conflicting evidence. *J Spine Surg*. 2016 Jun;2(2):143-45. doi: 10.21037/jss.2016.06.02
18. Dick W. The «fixateur interne» as a versatile implant for spine surgery. *Spine (Phila Pa)*. 1987 Nov; 12(9): 882-900. doi: 10.1097/00007632-198711000-00009
19. Omid-Kashani F, Hasankhani EG, Ashjzadeh A. Lumbar spinal stenosis: who should be fused? An updated review. *Asian Spine J*. 2014 Aug;8(4):521-30. doi: 10.4184/asj.2014.8.4.521
20. Бывальцев ВА, Калинин АА, Белых ЕГ, Сороковиков ВА, Шепелев ВВ. Оптимизация результатов лечения пациентов с сегментарной нестабильностью поясничного отдела позвоночника при использовании малоинвазивной методики спондилодеза. *Вопросы Нейрохирургии*. 2015;(3):45-54. doi: 10.17116/neiro201579345-54
21. Rathod AK, Dhake RP. Radiographic Incidence of Lumbar Spinal Instability in Patients with Non-spondylolisthetic Low Backache. *Cureus*. 2018 Apr 4;10(4):e2420. doi: 10.7759/cureus.2420
22. Thomas K, Faris P, McIntosh G, Manners S, Abraham E, Bailey CS, Paquet J, Cadotte D, Jacobs WB, Rampersaud YR, Manson NA, Hall H, Fisher CG. Decompression alone vs. decompression plus fusion for claudication secondary to lumbar spinal stenosis. *Spine J*. 2019 Oct;19(10):1633-39. doi: 10.1016/j.spinee.2019.06.003
23. Sun W, Xue C, Tang XY, Feng H, Yuan F, Guo KJ, Zhao J. Selective versus multi-segmental decompression and fusion for multi-segment lumbar spinal stenosis with single-segment degenerative spondylolisthesis. *J Orthop Surg Res*. 2019 Feb 12;14(1):46. doi: 10.1186/s13018-019-1092-2
24. Ghogawala Z, Dziura J, Butler WE, Dai F, Terrin N, Magge SN, Coumans JV, Harrington JF, Amin-Hanjani S, Schwartz JS, Sonntag VK, Barker FG 2nd, Benzel EC. Laminectomy plus fusion versus laminectomy alone for lumbar spondylolisthesis. *N Engl J Med*. 2016;374(15):1424-34. doi: 10.1056/NEJMoa1508788
25. Satoh I, Yonenobu K, Hosono N, Ohwada T, Fuji T, Yoshikawa H. Indication of posterior lumbar interbody fusion for lumbar disc herniation. *J Spinal Disord Tech*. 2006 Apr;19(2):104-8. doi: 10.1097/01.bsd.0000180991.98751.95
26. Гадоев КК, Хужаназаров ИЭ, Алимов ИР, Косимов АА, Алиходжаева ГА. Дифференцированный подход к диагностике и выбору хирургической тактики лечения больных дегенеративным спондилолистезом поясничного отдела позвоночника. *Журн Теорет и Клин Медицины*. 2020;(1):70-74. <http://repository.tma.uz/xmlui/handle/1/693>
27. Spina N, Schoutens C, Martin BI, Brodke DS, Lawrence B, Spiker WR. Defining Instability in Degenerative Spondylolisthesis: Surgeon Views. *Clin Spine Surg*. 2019 Dec;32(10):E434-E439. doi: 10.1097/BSD.0000000000000874
28. Kersten RFMR, van Gaalen SM, Willems PC, Arts MP, Peul WC, Öner FC. Lumbar spinal fusion: indications, surgical techniques and post-operative management. A survey among spine surgeons in the Netherlands. *MOJ Orthop Rheumatol*. 2016;4(5):00155. doi: 10.15406/mojor.2016.04.00155
29. Yavin D, Casha S, Wiebe S, Feasby TE, Clark C, Isaacs A, Holroyd-Leduc J, Hurlbert RJ, Quan H, Nataraj A, Sutherland GR, Jette N. Lumbar Fusion

- for Degenerative Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgery*. 2017 May 1;80(5):701-15. doi: 10.1093/neuros/nyw162
30. Yavin D, Casha S, Wiebe S, Feasby TE, Clark C, Isaacs A, Holroyd-Leduc J, Hurlbert RJ, Quan H, Nataraj A, Sutherland GR, Jette N. lumbar fusion for degenerative disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgery*. 2017 May 1;80(5):701-15. doi: 10.1093/neuros/nyw162
31. Lee MJ, Hacquebord J, Varshney A, Cizik AM, Bransford RJ, Bellabarba C, Konodi MA, Chapman J. Risk factors for medical complication after lumbar spine surgery: a multivariate analysis of 767 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Oct 1;36(21):1801-6. doi: 10.1097/brs.0b013e318219d28d
32. Крутько АВ, Байков ЕС, Коновалов НА, Назаренко АГ. Сегментарная нестабильность позвоночника: нерешенные вопросы. *Хирургия Позвоночника*. 2017;14(3):74-83. <https://doi.org/10.14531/ss2017.3.74-83>
33. Dunn RN. Lumbar fusion – indications and surgical options. *SA Orthopaedic Journal* [Electronic resource]. 2008 [cited 2021 Jan 22];7(2):8-12. Available from: <http://www.scielo.org.za/pdf/saoj/v7n2/03.pdf>
34. Мураби З, Пташников ДА, Масевнин СВ, Михайлов ДА, Заборовский ИВ, Волков ИВ, Ян Л. Сегментарная нестабильность поясничного отдела позвоночника. Обзор зарубежной литературы. *Вестн Северо-Запад Гос Мед Ун-та им ИИ Мечникова*. 2017;9(4):59-65. <https://doi.org/10.17816/mechnikov20179459-65>
35. Фраерман АП, Яриков АВ, Котельников АО, Смирнов ИИ, Леонов ВА, Хомченков МВ, Перльмуттер ОА, Соснин АГ. Сегментарная нестабильность в поясничном отделе позвоночника при дегенеративно-дистрофических заболеваниях. *Наука и Инновации в Медицине*. 2020;5(3):164-69. doi: 10.35693/2500-1388-2020-5-3-164-169
36. Leone A, Cassar-Pullicino VN, Guglielmi G, Bonomo L. Degenerative lumbar intervertebral instability: what is it and how does imaging contribute? *Skeletal Radiol*. 2009 Jun;38(6):529-33. doi: 10.1007/s00256-009-0646-5
37. Терновой СК, Серова НС, Абрамов АС, Мискарян ТИ. Значение функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике нестабильности позвоночно-двигательных сегментов шейного отдела позвоночника. *Вестн Рентгенологии и Радиологии*. 2020;101(5):296-303. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-5-296-303>
38. Gopinath P. Lumbar segmental instability: Points to ponder. *J Orthop*. 2015 Oct 8;12(4):165-67. doi: 10.1016/j.jor.2015.09.005. eCollection 2015 Dec.
39. Cho IY, Park SY, Park JH, Suh SW, Lee SH. MRI findings of lumbar spine instability in degenerative spondylolisthesis. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017 May-Aug;25(2):2309499017718907. doi: 10.1177/2309499017718907
40. Поздеева НА, Сорокичиков ВА, Немаров АА. Диагностика нестабильности позвоночно-двигательного сегмента при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника. *Бюл ВСИЦ СО РАМН (Иркутск)*. 2007;(1):36-39. <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-nestabilnosti-pozvonochno-dvigatel'nogo-segmenta-pri-osteohondroze-poyasnichnogo-otdela-pozvonochnika>
41. Donnarumma P, Tarantino R, Nigro L, Rullo M, Messina D, Diacinti D, Delfini R. Decompression versus decompression and fusion for degenerative lumbar stenosis: analysis of the factors influencing the outcome of back pain and disability. *J Spine Surg*. 2016 Mar; 2(1):52-58. doi: 10.21037/jss.2016.03.07

REFERENCES

- Pao JL, Lin SM, Chen WC, Chang CH. Unilateral biportal endoscopic decompression for degenerative lumbar canal stenosis. *J Spine Surg*. 2020 Jun;6(2):438-46. doi: 10.21037/jss.2020.03.08
- Sharif S, Shaikh Y, Bajamal AH, Costa F, Zileli M. Fusion Surgery for Lumbar Spinal Stenosis: WFNS Spine Committee Recommendations. *World Neurosurg X*. 2020 Mar 18;7:100077. doi: 10.1016/j.wnsx.2020.100077. eCollection 2020 Jul.
- Dijkerman ML, Overvest GM, Moojen WA, Vleggeert-Lankamp CLA. Decompression with or without concomitant fusion in lumbar stenosis due to degenerative spondylolisthesis: a systematic review. *Eur Spine J*. 2018 Jul;27(7):1629-43. doi: 10.1007/s00586-017-5436-5
- Khominets VV, Nadulich KA, Nagorny EB, Kudyashev A L., Teremshonok AV. Special aspects of surgical tactics in treatment of patients with lumbar degenerative spondylolisthesis. DOI 10.18019/1028-4427-2018-24-2-221-228 (In Russ.)
- Detwiler PW, Marciano FF, Porter RW, Sonntag VK. Lumbar stenosis: indications for fusion with and without instrumentation. *Neurosurg Focus*. 1997 Aug 15;3(2):e4; discussion 1 p following e4. doi: 10.3171/foc.1997.3.2.7
- Iii WS, Orias AAE, Shifflett GD, Lee JYB, Siemionow K, Gandhi S, Fogg L, Samartzis D, Inoue N, An HS. Image-Based Markers Predict Dynamic Instability in Lumbar Degenerative Spondylolisthesis. *Neurospine*. 2020 Mar;17(1):221-27. doi: 10.14245/ns.1938440.220
- Reid PC, Morr S, Kaiser MG. State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease. *J Neurosurg Spine*. 2019 Jul 1;31(1):1-14. doi: 10.3171/2019.4.SPINE18915
- Cole AA. Fusion for lumbar spinal stenosis? *BMJ* [Electronic resource]. 2016 [cited 2021 Янв 17];353. Available from: <https://www.bmj.com/content/353/bmj.i3145>
- Resnick DK, Watters WC 3rd, Mummaneni PV, Dailey AT, Choudhri TF, Eck JC, Sharan A, Groff MW, Wang JC, Ghogawala Z, Dhall SS, Kaiser MG. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine*. 2014 Jul;21(1):62-66. doi: 10.3171/2014.4.SPINE14275
- Gushcha AO, Kolesov SV, Poltorako E N, Kolbovskiy DA, Kaz'min AI Surgical treatment of multilevel lumbar vertebral canal stenosis using dynamic stabilization. multicenter study. *Vestn Travmatologii i Ortopedii im NN Priorova*. 2017;24(4):11-17. <https://doi.org/10.17816/vto201724411-17> (In Russ.)
- Grin AA, Nikitin AS, Kalandari AA, Asratyan SA, Yundin SV, Yusupov S-ER. Rigid transpedicular fusion surgery in the treatment of degenerative lumbar stenosis. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2020;84(5):41-49. (In Russ., In Engl.) <https://doi.org/10.17116/neiro20208405141> (In Russ.)
- Daniels CJ, Wakefield PJ, Bub GA, Toombs JD.

- A Narrative Review of lumbar fusion surgery with relevance to chiropractic practice. *J Chiropr Med*. 2016 Dec;15(4):259-71. doi: 10.1016/j.jcm.2016.08.007
13. Ochia RS, Inoue N, Renner SM, Lorenz EP, Lim TH, Andersson GB, An HS. Three-dimensional in vivo measurement of lumbar spine segmental motion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Aug 15;31(18):2073-78. doi: 10.1097/01.brs.0000231435.55842.9e
14. Zhang Y, Lu D, Ji W, He F, Chen AC, Yang H, Zhu X. Which is the most effective treatment for lumbar spinal stenosis: Decompression, fusion, or interspinous process device? A Bayesian network meta-analysis. *J Orthop Translat*. 2020 Sep 26;26:45-53. doi: 10.1016/j.jot.2020.07.003. eCollection 2021 Jan.
15. Byvaltsev V, Okoneshnikova AK, Kalinin A, Samuil Semenovitch Rabinovith SS. Interrelation of tropism and angulation parameters of facet joints and results of stabilization surgeries for degenerative diseases of the lumbar spine. *Khirurgiia Pozvonochnika*. 2018;15(4):70-179. doi: <http://dx.doi.org/10.145-31/ss2018.4.70-79> (In Russ.)
16. Burgstaller JM, Porchet F, Steurer J, Wertli MM. Arguments for the choice of surgical treatments in patients with lumbar spinal stenosis – a systematic appraisal of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015 Apr 22;16:96. doi: 10.1186/s12891-015-0548-8
17. Pearson AM. Fusion in degenerative spondylolisthesis: how to reconcile conflicting evidence. *J Spine Surg*. 2016 Jun;2(2):143-45. doi: 10.21037/jss.2016.06.02
18. Dick W. The «fixateur interne» as a versatile implant for spine surgery. *Spine (Phila Pa)*. 1987 Nov; 12(9):882-900. doi: 10.1097/00007632-198711000-00009
19. Omidi-Kashani F, Hasankhani EG, Ashjzadeh A. Lumbar spinal stenosis: who should be fused? An updated review. *Asian Spine J*. 2014 Aug;8(4):521-30. doi: 10.4184/asj.2014.8.4.521
20. Byvaltsev VA, Kalinin AA, Belykh EG, Sorokovikov VA, Shepelev VV. Optimization of segmental lumbar spine instability treatment using minimally invasive spinal fusion technique. *Voprosy Neirokhirurgii*. 2015;(3): 45-54. doi: 10.17116/neiro201579345-54 (In Russ.)
21. Rathod AK, Dhake RP. Radiographic Incidence of Lumbar Spinal Instability in Patients with Non-spondylolisthetic Low Backache. *Cureus*. 2018 Apr 4;10(4):e2420. doi: 10.7759/cureus.2420
22. Thomas K, Faris P, McIntosh G, Manners S, Abraham E, Bailey CS, Paquet J, Cadotte D, Jacobs WB, Rampersaud YR, Manson NA, Hall H, Fisher CG. Decompression alone vs. decompression plus fusion for claudication secondary to lumbar spinal stenosis. *Spine J*. 2019 Oct;19(10):1633-39. doi: 10.1016/j.spinee.2019.06.003
23. Sun W, Xue C, Tang XY, Feng H, Yuan F, Guo KJ, Zhao J. Selective versus multi-segmental decompression and fusion for multi-segment lumbar spinal stenosis with single-segment degenerative spondylolisthesis. *J Orthop Surg Res*. 2019 Feb 12;14(1):46. doi: 10.1186/s13018-019-1092-2
24. Ghogawala Z, Dziura J, Butler WE, Dai F, Terrin N, Magge SN, Coumans JV, Harrington JF, Amin-Hanjani S, Schwartz JS, Sonntag VK, Barker FG 2nd, Benzel EC. Laminectomy plus fusion versus laminectomy alone for lumbar spondylolisthesis. *N Engl J Med*. 2016;374(15):1424-34. doi: 10.1056/NEJMoal508788
25. Satoh I, Yonenobu K, Hosono N, Ohwada T, Fuji T, Yoshikawa H. Indication of posterior lumbar interbody fusion for lumbar disc herniation. *J Spinal Disord Tech*. 2006 Apr;19(2):104-8. doi: 10.1097/01.bsd.0000180991.98751.95
26. Gadoev KK, Khuzhanazarov IE, Alimov IR, Kosimov AA, Alihodzhaev GA. A differentiated approach to the diagnosis and selection of surgical tactics for the treatment of patients with degenerative spondylolisthesis of the lumbar spine. *Zhurn Teoret i Klin Mediciny*. 2020;(1):70-74. <http://repository.tma-uz/xmlui/handle/1/693> (In Russ.)
27. Spina N, Schoutens C, Martin BI, Brodke DS, Lawrence B, Spiker WR. Defining Instability in Degenerative Spondylolisthesis: Surgeon Views. *Clin Spine Surg*. 2019 Dec;32(10):E434-E439. doi: 10.1097/BSD.0000000000000874
28. Kersten RFMR, van Gaalen SM, Willems PC, Arts MP, Peul WC, Öner FC. Lumbar spinal fusion: indications, surgical techniques and post-operative management. A survey among spine surgeons in the Netherlands. *MOJ Orthop Rheumatol*. 2016;4(5):00155. doi: 10.15406/mojor.2016.04.00155
29. Yavin D, Casha S, Wiebe S, Feasby TE, Clark C, Isaacs A, Holroyd-Leduc J, Hurlbert RJ, Quan H, Nataraj A, Sutherland GR, Jette N. Lumbar Fusion for Degenerative Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgery*. 2017 May 1;80(5):701-15. doi: 10.1093/neuros/nyw162
30. Yavin D, Casha S, Wiebe S, Feasby TE, Clark C, Isaacs A, Holroyd-Leduc J, Hurlbert RJ, Quan H, Nataraj A, Sutherland GR, Jette N. lumbar fusion for degenerative disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgery*. 2017 May 1;80(5):701-15. doi: 10.1093/neuros/nyw162
31. Lee MJ, Hacquebord J, Varshney A, Cizik AM, Bransford RJ, Bellabarba C, Konodi MA, Chapman J. Risk factors for medical complication after lumbar spine surgery: a multivariate analysis of 767 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Oct 1;36(21):1801-6. doi: 10.1097/brs.0b013e318219d28d
32. Krutko AV Baikov ES, Konovalov NA, Nazarenko AG. Segmental spinal instability: unsolved problems. *Hirurgia pozvononika (Spine Surgery)*. 2017;14(3):74-83. <https://doi.org/10.14531/ss2017.3.74-83> (In Russ.)
33. Dunn RN. Lumbar fusion – indications and surgical options. SA Orthopaedic Journal [Electronic resource]. 2008 [cited 2021 Jan 22];7(2):8-12. Available from: <http://www.scielo.org.za/pdf/saoj/v7n2/03.pdf>
34. Mooraby Z, Ptashnikov DA, Masevniin SV, Michaylov DA, Zaborovskii IB, Volkov IV, Yang L. A review of foreign literature on instability of the lumbar spine. *Vestn Severo-Zapad Gos Med Unta im II Mechnikova*. 2017;9(4):59-65. doi: 10.17816/mechnikov20179459-65 (In Russ.)
35. Fraerman AP, Yarikov AV, Kotelnikov AO, Smirnov II, Leonov VA, Khomchenkov MV, Perlmutter OA, Sosnin AG. Lumbar spine segmental instability in degenerative spine conditions. *Nauka i Innovacii v Medicine*. 2020;5(3):164-69. doi: 10.35693/2500-1388-2020-5-3-164-169 (In Russ.)
36. Leone A, Cassar-Pullicino VN, Guglielmi G, Bonomo L. Degenerative lumbar intervertebral instability: what is it and how does imaging contribute? *Skeletal Radiol*. 2009 Jun;38(6):529-33. doi: 10.1007/s00256-009-0646-5
37. Ternovoy SK, Serova NS, Abramov AS, Miskaryan TI. The Value of Functional Multislice Computed Tomography in the Diagnosis of Instability

of the Cervical Spinal Motion Segments. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2020;101(5):296-303. (In Russ.) <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-5-296-303> (In Russ.)

38. Gopinath P. Lumbar segmental instability: Points to ponder. *J Orthop*. 2015 Oct 8;12(4):165-67. doi: 10.1016/j.jor.2015.09.005. eCollection 2015 Dec.

39. Cho IY, Park SY, Park JH, Suh SW, Lee SH. MRI findings of lumbar spine instability in degenerative spondylolisthesis. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017 May-Aug;25(2):2309499017718907. doi: 10.1177/2309499017718907

40. Pozdeyeva NA, Sorokovikov VA, Nemarov AA.

Diagnostics of vertebrunotational segment instability at osteochondrosis of vertebral lumbar segment. *Bjul VSNK SO RAMN (Irkutsk)*. 2007;(1):36-39. <https://cyberleninka-.ru/article/n/diagnostika-nestabilnosti-pozvonочно-dvigatelnogo-segmenta-pri-osteohondroze-poyasnichnogo-otdela-pozvonочноnika> (In Russ.)

41. Donnarumma P, Tarantino R, Nigro L, Rullo M, Messina D, Diacinti D, Delfini R. Decompression versus decompression and fusion for degenerative lumbar stenosis: analysis of the factors influencing the outcome of back pain and disability. *J Spine Surg*. 2016 Mar; 2(1):52-58. doi: 10.21037/jss.2016.03.07

Адрес для корреспонденции

220024, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Лейтенанта Кижеватова, д. 60, к. 4.
Республиканский научно-практический
центр травматологии и ортопедии,
лаборатория травматических повреждений
позвоночника и спинного мозга,
тел. моб.: +375 29 334-31-22,
e-mail: neuro_ugokb2013@mail.ru,
Ремов Павел Сергеевич

Сведения об авторах

Ремов Павел Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории травматических повреждений позвоночника и спинного мозга, Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии, г. Минск, Республика Беларусь.
<https://orcid.org/0000-0003-2194-5233>

Информация о статье

Поступила 24 мая 2021 г.
Принята в печать 22 ноября 2021 г.
Доступна на сайте 28 апреля 2022 г.

Address for correspondence

220024, Republic of Belarus,
Minsk, Kizhevato St., 60-4,
Republican Research and Practical Center
for Traumatology and Orthopedics,
the Laboratory of Traumatic Injuries
of the Spine and Spinal Cord.
tel.mobile: +375 29 334-31-22,
e-mail: neuro_ugokb2013@mail.ru,
Remov Pavel S.

Information about the authors

Remov Pavel S., Senior Researcher of the Laboratory of Traumatic Injuries of the Spine and Spinal Cord, Republican Research and Practical Center for Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus.
<https://orcid.org/0000-0003-2194-5233>

Article history

Arrived: 24 May 2021
Accepted for publication: 22 November 2021
Available online: 28 April 2022