

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto96423>

Анализ отдаленных функциональных результатов хирургического лечения спондилолистеза у пациентов среднего и пожилого возраста

Н.С. Гвоздев, Е.Н. Щурова, О.Г. Прудникова

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Анализу применения инструментальных методов исследования при оценке отдаленных результатов оперативного лечения спондилолистеза у пациентов среднего и пожилого возраста уделено недостаточного внимания.

Цель. Показать особенности силовых характеристик мышц нижних конечностей и температурно-болевого чувствительности в дерматомах корешков конского хвоста у пациентов среднего и пожилого возраста в отдаленные сроки после хирургического лечения спондилолистеза в зависимости от этиологии заболевания.

Материалы и методы. Представлен анализ результатов функциональных исследований 21 пациента со спондилолистезом в возрасте от 41 до 74 лет (12 — с дегенеративным, 9 — с спондилолизным). Исследования проведены до лечения и через 75–99 мес после оперативного вмешательства. Использовались следующие методы исследования: клинический (неврологический статус), визуально-аналоговая шкала боли (ВАШ), опросник Освестри (Oswestry Disability Index, ODI); лучевой (функциональное рентгенологическое исследование), магнитно-резонансная томография, антропометрия, динамометрия мышц нижних конечностей, эстеziометрия, статистический.

Результаты. В отдаленные сроки после оперативного лечения у пациентов со спондилолизным спондилолистезом преобладало увеличение момента силы во всех группах мышц (в 39–75% случаев). В группе пациентов с дегенеративным спондилолистезом превалировала отрицательная динамика — снижение силовых характеристик мышц в 50–94% случаев. По данным эстеziометрии, более выраженные негативные изменения величин порогов температурно-болевого чувствительности были выявлены у пациентов с дегенеративным спондилолистезом.

Заключение. Таким образом, анализ силовых характеристик мышц и данных эстеziометрии определил различную степень компенсации и восстановления при оперативном лечении пациентов со спондилолистезом в зависимости от этиологии заболевания.

Ключевые слова: спондилолистез; средний и пожилой возраст; оперативное лечение; отдаленные результаты лечения; сила мышц нижних конечностей; температурно-болевого чувствительность.

Как цитировать:

Гвоздев Н.С., Щурова Е.Н., Прудникова О.Г. Анализ отдаленных функциональных результатов хирургического лечения спондилолистеза у пациентов среднего и пожилого возраста // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 1. С. 35–45.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto96423>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto96423>

Analysis of long-term functional results of surgical treatment of spondylolisthesis in middle-aged and elderly patients

Nikita S. Gvozdev, Elena N. Shchurova, Oksana G. Prudnikova

National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Insufficient attention has been paid to the analysis of the use of instrumental methods of examination in assessment the long-term results of surgical treatment of spondylolisthesis in middle-aged and elderly patients.

AIM: To show the peculiarities of strength characteristics of lower limb muscles and temperature and pain sensitivity in the dermatomes of the cauda equina roots in middle-aged and elderly patients in the distant terms after surgical treatment of spondylolisthesis depending on the etiology of the disease.

MATERIALS AND METHODS: An analysis of the results of functional studies of 21 patients with spondylolisthesis aged 41 to 74 years (12 with degenerative, 9 with isthmic) is presented. The research done before treatment and 75–99 months after surgery. The following research methods were used: analysis clinical (neurological status), visual analog scale (VAS), Oswestry Disability Index (ODI), radiology (functional X-ray examination), magnetic resonance imaging, anthropometry, the lower limb muscles dynamometry, esthesiometry, statistical.

RESULTS: In the long term after surgical treatment, patients with isthmic spondylolisthesis had a predominant increase in the moment of force in all muscle groups (39–75% of cases). Negative dynamics prevailed in the group of patients with degenerative spondylolisthesis — a decrease in muscle strength characteristics in 50–94% of cases. According to esthesiometry, more pronounced negative changes in the values of temperature and pain sensitivity thresholds were observed in patients with degenerative spondylolisthesis.

CONCLUSION: The analysis of muscle strength characteristics and esthesiometry data determined a different degree of compensation and recovery during surgical treatment of patients with spondylolisthesis, depending on the etiology of the disease.

Keywords: spondylolisthesis; middle-aged and elderly; surgical treatment; long-term results of treatment; lower-extremity muscle strength; thermal pain tolerance.

To cite this article:

Gvozdev NS, Shchurova EN, Prudnikova OG. Analysis of long-term functional results of surgical treatment of spondylolisthesis in middle-aged and elderly patients. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(1):35–45. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto96423>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Тенденция к старению населения и развитие современных хирургических технологий увеличивают долю людей среднего и пожилого возраста в группе пациентов, которым выполняется хирургическое вмешательство на поясничном отделе позвоночника [1–4].

У 6–11,5% взрослого населения определяются смещения поясничных позвонков — спондилолистез [5, 6], и его распространенность неуклонно растет в связи с повышением доли лиц среднего и пожилого возраста [7, 8].

Этиологический фактор формирования спондилолистеза определяет различные варианты хирургического лечения данной категории пациентов. При дегенеративном спондилолистезе основным патоморфологическим субстратом является стеноз позвоночного канала на фоне дегенеративно-дистрофических изменений, при спондилолизном антелистезе — подвижность на уровне смещения вследствие дефекта межсуставной части дуги позвонка.

Выделение в клинической картине заболеваний позвоночника основных клинических синдромов (стеноза, нестабильности, деформации), определяющих тактику и объем хирургического лечения, приводит к необходимости объективной оценки результатов лечения [4].

По данным литературы, при оценке результатов лечения взрослых пациентов со спондилолистезом используют клинические, радиологические методы исследования и опросники (Освестри, SF-36). Инструментальные методы, позволяющие объективно изучить нарушения функционального статуса, применяются крайне редко [9–12]. Использование опросников позволяет характеризовать функциональное состояние пациентов на разных этапах лечения. Однако анкетирование и тестирование носят субъективный характер и связаны с пониманием поставленного вопроса и выбором предложенного варианта ответа [13, 14]. А ведь именно инструментальные методы физиологических исследований позволяют более объективно и достоверно провести анализ отдаленных результатов лечения.

Цель исследования — показать особенности силовых характеристик мышц нижних конечностей и температурно-болевого чувствительности в дерматомах корешков конского хвоста у пациентов среднего и пожилого возраста в отдаленные сроки после хирургического лечения спондилолистеза в зависимости от этиологии заболевания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования: ретроспективный анализ серии случаев.

Критерии включения в исследование: оперативное лечение спондилолистеза технологией задней инструментальной фиксации в сочетании с задним межтеловым спондилодезом поясничных позвонков (posterior lumbar

interbody fusion, PLIF), наличие архивного материала на этапах исследования, возрастной диапазон от 41 до 74 лет. Критерии исключения: возраст моложе 41 года, отсутствие архивных данных, другие методики лечения спондилолистеза.

Методы исследования: клинический (неврологический статус), визуально-аналоговая шкала боли (ВАШ), опросник Освестри (Oswestry Disability Index, ODI); лучевой (функциональное рентгенологическое исследование), магнитно-резонансная томография (МРТ), антропометрия, динамометрия мышц нижних конечностей, эстезиометрия, статистический.

Исследования были проведены в соответствии с этическими стандартами (Хельсинкская декларация с поправками 2013 года) и одобрены локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ТО им. Г.А. Илизарова» Минздрава России (протокол № 4 (68) от 11.11.2020).

Все пациенты были прооперированы в период с 2011 по 2013 год. Анализ отдаленных результатов осуществлялся в 2019 году.

Представлен анализ результатов функциональных исследований 21 пациента со спондилолистезом в возрасте от 41 до 74 лет. Соотношение по полу: 6 мужчин и 15 женщин. Распределение по этиологии заболевания: у 12 больных — дегенеративный спондилолистез, у 9 — спондилолизный [15]. У пациентов с дегенеративным спондилолистезом преобладали I и II степень смещения (6 и 6 случаев соответственно), при спондилолизном антелистезе преобладала III степень смещения (4 случая) [16]. При проведении функционального рентгенологического исследования нестабильность на уровне смещения выявлена в 75% случаев при дегенеративной этиологии заболевания и в 100% — при спондилолизном смещении. Анализ МРТ показал центральный тип стеноза позвоночного канала со следующим распределением по классификации C. Schizas: тип C — 8 человек, тип D — 4 пациента [17]. В неврологическом статусе у пациентов обеих групп преобладала корешковая неврологическая симптоматика на уровне поражения (табл. 1).

Всем пациентам было выполнено оперативное вмешательство, включавшее декомпрессию структур позвоночного канала и комбинированный спондилодез (транспедикулярная фиксация + PLIF) на уровне смещения. Наличие стеноза позвоночного канала у 25% пациентов с дегенеративным спондилолистезом потребовало резекции гипертрофированных элементов заднего суставного комплекса с целью реконструкции позвоночного канала. До и после оперативного лечения оценивали интенсивность болевого синдрома (по шкале ВАШ) и функциональное состояние (индекс ODI). По этиологическому фактору пациенты распределены в 2 группы: 1) с дегенеративным спондилолистезом; 2) со спондилолизным спондилолистезом (табл. 1).

Данные 2 групп пациентов существенно не различались по полу, росту, весу, индексу массы тела, индексу

Таблица 1. Общая характеристика больных

Table 1. General characteristics of patients

Показатели	Дегенеративный спондилолистез	Спондилолизный спондилолистез
Возраст, годы	I — 55,0±2,3 (48–67), n=12 II — 62,4±2,2 (55–74), n=12	I — 50,2±2,8 (41–64), n=9 p=0,110 II — 57,9±2,6 (49–71), n=9 p=0,074
Пол	Мужчины — 4 Женщины — 8	Мужчины — 2 Женщины — 7
Рост, см	166,2±3,5 (151–186)	162,0±2,9 (149–180)
Вес, кг	80,0±5,1 (61,0–103,7)	82,5±5,0 (54,0–100)
Индекс массы тела, кг/м ²	30,0±2,3 (23–44)	31,4±1,3 (24,6–37)
Степень смещения, чел.	I — 6 II — 6	I — 1 II — 3 III — 4
Уровень смещения, чел.	L4 позвонок — 8 L5 позвонок — 4	L4 позвонок — 3 L5 позвонок — 6
Неврологический статус, чел.	радикулопатия — 8, нейрогенная перемежающаяся хромота — 4	радикулопатия — 6, динамический болевой синдром — 3
Индекс ODI до лечения, %	57,0±3,1	62,9±1,9 p=0,069
Индекс ODI после лечения, %	35,7±1,1 *p=0,0001	38,0±0,7 *p=7,1E–06 p=0,064
Время наблюдения результатов лечения, мес	92,7±1,3 (87–97)	92,7±2,6 (75–99)

Примечание: I — возраст до лечения; II — возраст после лечения. * — достоверность отличия, $p < 0,05$. ODI — индекс Освестри.

Footnote: I — age before treatment; II - age after treatment. * — significant differences, $p < 0,05$. ODI — Oswestry Disability Index.

ODI (до и после лечения), уровню смещения, времени наблюдения отдаленных результатов лечения. Пациенты в группе с дегенеративным спондилолистезом были более старшего возраста, чем в группе со спондилолизным спондилолистезом (см. табл. 1).

Силовые характеристики мышц нижних конечностей исследовали на динамометрических стендах для бедра и голени [18, 19]: проводили анализ силы в режиме, близком к изометрическому, при произвольном сокращении мышц. Рассчитывали максимальный абсолютный момент силы разгибателей и сгибателей голени, подошвенных и тыльных сгибателей стопы ($H \times m$).

Анализ температурно-болевой чувствительности проводили при локальном нагревании определенного дерматомы. Тепловые ощущения были разделены на 2 группы: 1) «тепло»; 2) «боль от горячего». Оценивали дерматомы корешков конского хвоста (с L₁–S₂) симметрично справа и слева (электрический эстезиометр фирмы EPCOS Inc., Германия).

Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью программы Microsoft Excel 2010 (Microsoft

Corp., США). Осуществляли расчет: среднего арифметического значения показателей (M) и стандартную ошибку средней (m); для определения нормальности выборки использовали критерий Шапиро–Уилка; при нормальном распределении применяли критерий Стьюдента, при ненормальном — непараметрические способы статистической обработки. При анализе состояния температурно-болевой чувствительности был использован статистический анализ бинарного признака наличия/отсутствия тепловой чувствительности на правой и левой стороне до и после лечения. Рассчитывался критерий χ^2 и значения p . Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследований

Анализ полученных результатов исследования показал, что через 75–99 мес после оперативного лечения функциональное состояние пациентов улучшилось: индекс ODI снизился на 39% ($p=0,00001$) относительно дооперационного уровня, а интенсивность болевого синдрома уменьшилась на 27% ($p=0,001$), с 52,5±3,6 до 38,3±4,8 балла (по шкале ВАШ).

В отдаленном периоде наблюдения по данным компьютерной томографии и функционального рентгенологического исследования у всех пациентов отмечено формирование спондилодеза на уровне вмешательства. По данным МРТ в 2 случаях (9,5%) отмечено формирование рестеноза позвоночного канала вследствие прогрессирования дегенеративно-дистрофического процесса, в 1 (5%) — развитие рубцово-спаечного эпидурита в зоне оперативного доступа с клиническими проявлениями радикулопатии.

В более чем половине случаев (56%) было отмечено улучшение неврологического статуса: купирование и снижение чувствительных нарушений; регресс корешкового синдрома; увеличение силы мышц и сухожильных рефлексов. В 30% случаев отсутствовала выраженная динамика неврологического статуса. У 14% больных диагностировано усугубление неврологического статуса: у 2 пациентов выявлен парапарез вследствие усугубления проявлений дегенеративно-дистрофического процесса (рестеноза), у 1 — радикулопатия L5 вследствие развития эпидурита. Прогрессирование дегенеративно-дистрофического процесса является основным фактором повторного сужения размеров позвоночного канала за счет гипертрофии связочных структур позвоночника и послеоперационных рубцовых изменений.

Нестабильности сегмента на уровне выполненного оперативного вмешательства выявлено не было.

Исследование функциональных возможностей мышц нижних конечностей осуществлялось посредством анализа абсолютного момента различных групп мышц в отдаленный период наблюдения и сравнение полученных данных с дооперационными показателями. На рисунке представлено распределение положительной и отрицательной динамики максимальных моментов силы различных групп мышц у пациентов с дегенеративным и спондилолизным спондилолистезом.

Анализ полученных данных показал, что степень улучшения функции мышц после лечения у пациентов этих групп различается. У пациентов со спондилолизным спондилолистезом преобладало увеличение абсолютного момента силы мышц во всех группах мышц (в 39–75% случаев), по сравнению с уменьшением (в 29–45% случаев).

В группе пациентов с дегенеративным спондилолистезом, наоборот, преобладала отрицательная динамика — снижение силовых характеристик мышц (в 50–94% случаев). Особенно значительно оно проявлялось при исследовании силы мышц сгибателей голени, где уменьшение максимального момента силы регистрировалось 94% случаев (см. рисунок). Статистический анализ показателей максимальных моментов силы мышц нижних конечностей

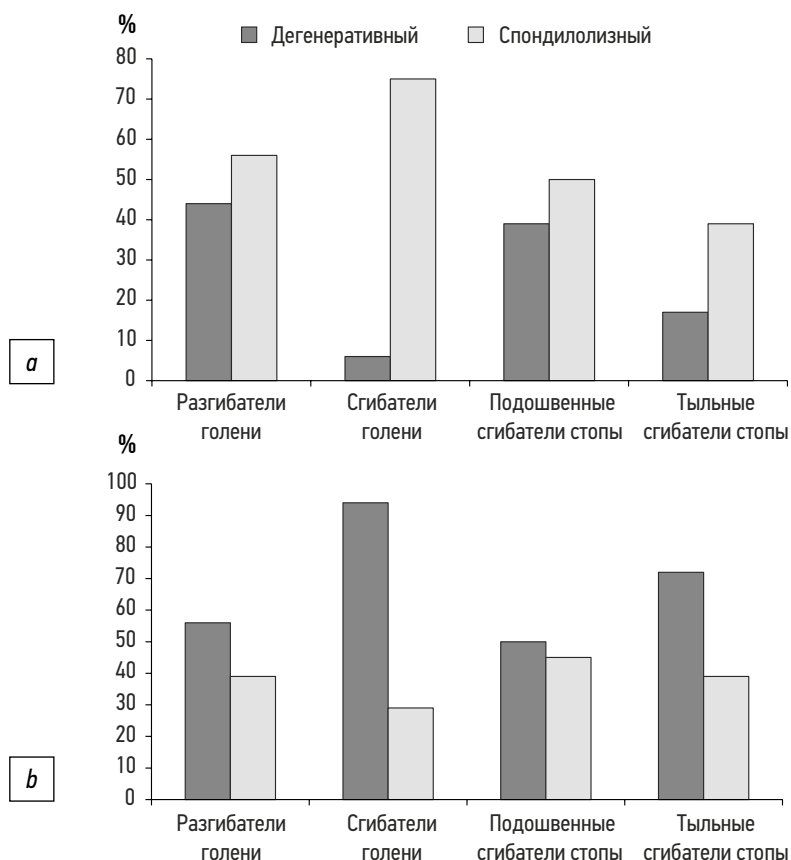


Рис. Динамика показателей абсолютного максимального момента силы мышц нижних конечностей (%): положительная (a) и отрицательная (b).

Fig. Dynamics of indicators of the absolute maximum moment of force of the muscles of the lower extremities (%): positive (a) and negative (b).

Таблица 2. Величины абсолютного максимального момента силы мышц (Н×м) нижних конечностей до лечения и в отдаленный период наблюдения ($M \pm m$)

Table 2. Values of the absolute maximum moment of muscle strength (Н×м) of the lower limbs before treatment and in the long-term follow-up period ($M \pm m$)

Показатели	Дегенеративный спондилолистез		Спондилолизный спондилолистез	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Разгибатели голени	56,6±8,0 2n=24	48,4±9,0 2n=24 p=0,183	55,1±6,2 2n=18	57,0±6,6 2n=18 p=0,386
Сгибатели голени	57,4±6,6 2n=24	28,2±5,0* 2n=24 p=8,64E-06	50,4±6,6 2n=18	50,2±5,0 2n=18 p=0,489
Подошвенные сгибатели стопы	47,5±5,5 2n=24	37,7±4,7* 2n=24 p=0,045	52,3±6,8 2n=18	43,8±3,3 2n=18 p=0,113
Тыльные сгибатели стопы	40,0±4,5 2n=24	20,1±2,9* 2n=24 p=6,0E-05	27,5±3,7 2n=18	24,0±3,3 2n=18 p=0,070

Примечание: * — достоверность отличия показателей от значений дооперационного уровня, $p < 0,05$. 2n — количество обследованных конечностей.

Footnote: * — reliability of the difference between the indicators and the values of the preoperative levels, $p < 0.05$. 2n is the number of examined limbs.

также показал отличие в группах пациентов (табл. 2). При дегенеративном спондилолистезе в отдаленные сроки после лечения регистрировалось снижение максимальных моментов силы мышц: сгибателей голени (на 51%, $p=8,6E-0,06$); подошвенных сгибателей стопы (на 21%, $p=0,045$); тыльных сгибателей стопы (на 50%, $p=6,0E-0,05$).

В группе пациентов со спондилолизным спондилолистезом отсутствует достоверная динамика показателей, т. е. наблюдается стабилизация силовых характеристик мышц на одном уровне (табл. 2).

Показатели температурно-болевой чувствительности в дерматомах корешков конского хвоста в отдаленные сроки наблюдения также отличилась в группах пациентов (табл. 3 и 4).

При спондилолизном спондилолистезе было достоверно больше количество дерматомов с улучшением болевой чувствительности (на 20,2%, $p=0,029$). Также значительно была меньше область с ухудшением тепловой

(на 48%, $p=0,003$) и болевой (на 48%, $p=0,038$) чувствительности.

Статистический анализ величин порогов температурно-болевой чувствительности показал однотипность изменений в различных дерматомах этих двух групп, с определением зоны риска в дерматомах L_5-S_2 , тем не менее более выраженные негативные изменения были отмечены у пациентов с дегенеративным спондилолистезом (табл. 5 и 6).

В обеих группах в дерматомах с L_1 по L_3 регистрировалось снижение порогов тепловой и болевой чувствительности на 1–4 градуса ($p < 0,05$), и они достигали нормальных значений (табл. 5 и 6). В области дерматома L_4 порог боли достоверно снижался как при дегенеративном, так и при спондилолизном спондилолистезе. Порог тепловой чувствительности либо снижался, либо оставался прежним.

В области дерматомов L_5-S_2 при дегенеративном спондилолистезе температурно-болевая чувствительность оставалась на дооперационном уровне (табл. 5),

Таблица 3. Показатели температурно-болевой чувствительности в группе больных с дегенеративным спондилолистезом в отдаленный период наблюдения

Table 3. Indicators of temperature and pain sensitivity in the group of patients with degenerative spondylolisthesis in the long-term follow-up period

Дерматомы	Улучшение тепловой чувствительности, %	Улучшение болевой чувствительности, %	Ухудшение тепловой чувствительности, %	Ухудшение болевой чувствительности, %
L_1 (n=24)	71	71	12,5	–
L_2 (n=24)	63	63	21	8
L_3 (n=24)	46	50	25	13
L_4 (n=24)	29	58	42	25
L_5 (n=24)	21	55	42	33
S_1 (n=24)	22	35	35	44
S_2 (n=24)	32	59	32	32
Среднее значение	40,6±7,6	56,0±4,3	30,0±4,2	25,8±5,4

Таблица 4. Показатели температурно-болевого чувствительности у больных со спондилолизным спондилолистезом в отдаленный период наблюдения ($M \pm m$)**Table 4.** Indicators of temperature and pain sensitivity in patients with isthmic spondylolisthesis in the long-term follow-up period ($M \pm m$)

Дерматомы	Улучшение тепловой чувствительности, %	Улучшение болевой чувствительности, %	Ухудшение тепловой чувствительности, %	Ухудшение болевой чувствительности, %
L ₁ (n=18)	44	81	19	—
L ₂ (n=18)	61	67	11	11
L ₃ (n=18)	61	72	17	6
L ₄ (n=18)	50	56	17	17
L ₅ (n=18)	39	67	11	17
S ₁ (n=18)	45	72	17	11
S ₂ (n=18)	61	56	17	22
Среднее значение	51,6±3,6	67,3±3,4* p=0,029	15,6±1,2* p=0,003	14,0±2,3* p=0,038

Примечание: * — достоверность отличия показателей от значений пациентов с дегенеративным спондилолистезом, $p < 0,05$.

Footnote: * — significance of the difference between the indicators and the values of patients with degenerative spondylolisthesis, $p < 0,05$.

Таблица 5. Характеристики температурно-болевого чувствительности у больных с дегенеративным спондилолистезом в отдаленный период наблюдения**Table 5.** Characteristics of temperature and pain sensitivity in patients with degenerative spondylolisthesis in the long-term follow-up period

Дерматомы	Показатели температурно-болевого чувствительности, $M \pm m$, градусы					
	До операции			через 92,7±1,3 мес после лечения		
	Температура кожи	Порог тепла	Порог боли	Температура кожи	Порог тепла	Порог боли
L ₁ (n=24)	32,0±0,3	38,1±1,0	44,4±0,6	32,2±0,2	34,0±0,5* p=4,5E-05	40,3±0,1* p=2,3E-08
L ₂ (n=24)	31,6±0,2	37,8±0,9	44,1±0,5	32,0±0,2	33,6±0,8* p=0,001	42,0±0,3* p=4,5E-05
L ₃ (n=24)	31,3±0,2	37,0±0,9	43,7±0,6	31,7±0,1	34,3±1,0* p=0,25	42,0±0,5* p=0,01
L ₄ (n=24)	31,3±0,2	39,2±0,8	44,5±0,5	32,1±0,2	35,3±1,0* p=0,004	43,0±0,4* p=0,006
L ₅ (n=24)	31,5±0,2	40,3±1,0	45,0±0,6	32,2±0,1	38,3±0,9 p=0,091	44,1±0,4 p=0,155
S ₁ (n=24)	31,0 ±0,2	38,6±1,3	44,6±0,5	31,6±0,4	38,1±1,5 p=0,41	44,0±0,6 p=0,213
S ₂ (n=24)	31,6±0,2	39,0±1,2	45,3±0,7	32,0±0,1	38,3±1,2 p=0,410	44,4±0,6 p=0,17

Примечание: * — достоверность отличия от дооперационного уровня, $p < 0,05$.

Note: * — significant difference from the preoperative level, $p < 0,05$.

у больных со спондилолизным спондилолистезом в дерматоме S₁ достоверно снижался порог боли, в дерматоме S₂ — порог тепловой чувствительности (табл. 6). В области иннервации корешка L₅ в обеих группах отсутствовала достоверная динамика показателей. Кроме того, термоанестезия, регистрируемая на предоперационном этапе (в 38% дерматомах корешков конского хвоста при дегенеративном сколиозе и в 51% — у пациентов со спондилолизным спондилолистезом), в отдаленные сроки наблюдения имела неоднозначную динамику.

У пациентов с дегенеративным спондилолистезом отмечалось увеличение дерматомов с отсутствием ощущения тепла, хотя анализ бинарного признака наличия/отсутствия тепловой чувствительности до и после

лечения показал отсутствие статистически достоверных изменений ($\chi^2=0,615$, $p=0,43$).

При спондилолизном спондилолистезе, наоборот, статистически значимо снижалось количество дерматомов с отсутствием тепловой чувствительности (с 51 до 30%, $\chi^2=11,3$, $p=0,0008$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Рост средней продолжительности жизни и потребность сохранения ее качества способствуют увеличению доли лиц среднего и пожилого возраста в группе пациентов, которым необходима хирургическая помощь при заболеваниях позвоночника [1, 2, 4].

Таблица 6. Характеристики температурно-болевого чувствительности у пациентов с оспандилолизным спондилолистезом в отдаленный период наблюдения**Table 6.** Characteristics of temperature and pain sensitivity in patients with isthmic spondylolisthesis in the long-term follow-up period

Дерматомы	Показатели температурно-болевого чувствительности, $M \pm m$, градусы					
	До операции			через 92,7±1,3 мес после лечения		
	Температура кожи	Порог тепла	Порог боли	Температура кожи	Порог тепла	Порог боли
L ₁ (n=18)	31,6±0,3	37,4±1,0	44,0±0,6	32,6±0,4	33,0±1,1* p=0,004	40,0±0,6* p=9,6E-06
L ₂ (n=18)	31,1±0,3	36,6±1,0	44,1±0,6	31,3±0,3	33,3±0,8* p=0,0096	42,0±0,5* p=0,0028
L ₃ (n=18)	30,5±0,2	35,9±0,9	43,6±0,7	31,0±0,2	34,0±0,6* p=0,015	42,2±0,4* p=0,030
L ₄ (n=18)	31,1±0,1	37,6±1,0	45,0±0,6	31,5±0,3	38,0±1,2 p=0,42	43,3±0,5* p=0,0008
L ₅ (n=18)	31,4±0,1	40,5±1,0	45,2±0,6	31,9±0,2	38,0±1,4 p=0,089	44,5±0,4 p=0,114
S ₁ (n=18)	31,2±0,3	35,0±1,3	45,1±0,6	30,8±0,4	37,3±1,3 p=0,15	43,6±0,7* p=0,021
S ₂ (n=18)	31,4±0,2	37,9±0,9	44,6±0,9	31,6±0,2	34,7±1,1* p=0,028	44,4±0,5 p=0,425

Примечание: * — достоверность отличия от дооперационного уровня, $p < 0,05$.

Footnote: * — significant difference from the preoperative level, $p < 0.05$.

Стеноз позвоночного канала поясничного отдела позвоночника — активно обсуждаемая тема публикаций спинальных хирургов. Определение классификаций, выделение клинических синдромов, изменение тактических подходов: от увлечения инструментальной фиксацией до минимизации объема хирургической агрессии, расширение спектра технологических решений и возрастных границ для проведения операций — основные тренды при обсуждении спондилолистеза [3, 20, 21, 24].

Несмотря на наличие общего признака — смещение позвонка поясничного отдела позвоночника — дегенеративный и спондилолизный антелистез отличаются друг от друга патогенетическими и морфологическими факторами. Основной патоморфологический субстрат при дегенеративном спондилолистезе — формирование стеноза позвоночного канала и динамический компонент при наличии нестабильности. При спондилолизном антелистезе смещение позвонка происходит вследствие аномалии его развития с основным проявлением — патологической подвижностью на уровне смещения [22]. Естественно, что дегенеративно-дистрофические изменения определяются у больных среднего и пожилого возраста и при спондилолизном спондилолистезе [1].

Отличия этиологического и патогенетического фактора определяют и различия клинических синдромов, которые в настоящее время формируют тактику оперативного лечения [4, 21]. Основным синдромом при дегенеративной патологии является синдром стеноза позвоночного канала, а при спондилолизной — синдром нестабильности. Клинические синдромы отражают функциональное

состояние нервной системы: заинтересованных спинномозговых корешков с их двигательными и чувствительными нарушениями. Не вызывает сомнений, что этиологический фактор определяет состояние и характер изменения структур позвоночного канала [1, 2, 17].

Длительная компрессия спинномозговых корешков с нарушением ликвородинамики и микроциркуляции приводит к хронической ишемизации структур позвоночного канала и клиническим проявлениям синдрома компрессии [13, 14, 17]. Подвижность и прогрессирующее смещение позвонка вследствие нарушения его формирования на фоне спондилолиза имеют иные патогенетические механизмы, прежде всего — преобладание динамического фактора над компрессионным, поскольку при спондилолизе размеры позвоночного канала исходно увеличены на фоне дефекта строения дуги позвонка.

Одним из вариантов хирургического лечения, как при дегенеративном, так и спондилолизном спондилолистезе, является стабилизация, декомпрессия и формирование сращения на уровне смещения. Основной хирургической опцией при этом является задняя инструментальная транспедикулярная фиксация и межтеловой спондилолиз посредством PLIF [21, 23]. Выполнение декомпрессивных манипуляций и формирование спондилодеза не всегда обеспечивают хороший клинический эффект [14, 20].

Сравнительные исследования функциональных результатов исследования, представленные F. Omidikashani и соавт., показали, что, несмотря на разные

патогенетические механизмы формирования клинических проявлений спондилолистеза и дегенеративного спондилолистеза в возрасте от 43 до 74 лет, в отдаленный период наблюдения (25–65 мес) эффективность хирургического вмешательства, субъективная удовлетворенность, улучшение боли (по шкале ВАШ) и инвалидности (по опроснику Освестри) были одинаковыми в обеих группах [10].

В нашем исследовании также отсутствовали достоверные отличия показателей индекса ODI в этих группах как до, так и после лечения. Однако результаты инструментального исследования силы мышц и температурно-болевого чувствительности иллюстрируют разные варианты компенсаторных изменений двигательной и чувствительных функций в отдаленном периоде наблюдений в зависимости от этиологии заболевания.

Согласно представленным результатам, у всех пациентов в отдаленном периоде наблюдения диагностировано формирование спондилолистеза на уровне вмешательства, что исключает фактор нестабильности как причину сохраняющихся болевых и функциональных нарушений. Лишь у 14% пациентов на МРТ были выявлены причины неврологических нарушений (формирование рестеноза в 2 случаях и рубцово-спаечный эпидурит — в 1).

Использование объективной оценки состояния мышц и чувствительности в спинальной хирургии — один из актуальных вопросов. Даже анализ небольшой выборки пациентов с объективной оценкой их функционального состояния на разных этапах лечения, а самое главное — в отдаленный период наблюдения, представляет интерес и определяет актуальность представленного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cassinelli E.H., Eubanks J., Vogt M., et al. Risk factors for the development of perioperative complications in elderly patients undergoing lumbar decompression and arthrodesis for spinal stenosis: an analysis of 166 patients // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007. Vol. 32, N 2. P. 230–235. doi: 10.1097/01.brs.0000251918.19508.b3
2. Crawford C.H., Smail J., Carreon L.Y., Glassman S.D. Health-related quality of life after posterolateral lumbar arthrodesis in patients seventy-five years of age and older // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011. Vol. 36, N 13. P. 1065–1068. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e8afa0
3. Булатов А.В., Климов В.С., Евсюков А.В. Хирургическое лечение спондилолистезов низкой степени градации: современное состояние проблемы // *Хирургия позвоночника*. 2016. Т. 13, № 3. С. 68–77. doi: 10.14531/ss2016.3.68-77
4. Климов В.С., Василенко И.И., Рябых С.О., и др. Влияние реконструкции сагиттального баланса на результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным спондилолистезом низкой степени градации: анализ моноцентровой четырехлетней когорты // *Гений ортопедии*. 2020. Т. 26, № 4. С. 555–564. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-555-564

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ отдаленных результатов хирургического лечения спондилолистеза пациентов среднего и пожилого возраста при больших интервалах наблюдения (75–99 мес) определил различную степень компенсации и восстановления при дегенеративном и спондилолистезе. При спондилолистезе преобладала положительная динамика функции мышц нижних конечностей были более выражены позитивные изменения показателей температурно-болевого чувствительности, чем при дегенеративном спондилолистезе. Ограничением исследования можно назвать небольшую выборку пациентов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Authors contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

5. Kalichman L., Kim D.H., Li L., et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009. Vol. 34, N 2. P. 199–205. doi: 10.1097/BRS.0b013e31818edcfd
6. Chan A.K., Sharma V., Robinson L.C., Mummaneni P.V. Summary of guidelines for the treatment of lumbar spondylolisthesis // *Neurosurg Clin N Am*. 2019. Vol. 30, N 3. P. 353–364. doi: 10.1016/j.nec.2019.02.009
7. de Kunder S.L., Rijkers K., van Kuijk S.M., et al. A protocol of a randomized controlled multicenter trial for surgical treatment of lumbar spondylolisthesis: the Lumbar Interbody Fusion Trial (LIFT) // *BMC Musculoskelet Disord*. 2016. Vol. 17, N 1. P. 417. doi: 10.1186/s12891-016-1280-8
8. gks.ru [интернет]. Федеральная служба государственной статистики. Распределение населения по возрастным группам [дата обращения: 29.09.2021]. Доступ по ссылке: <https://www.gks.ru/storage/mediabank/demo14.xls>
9. Zencica P., Chaloupka R., Hladíková J., Krbec M. Adjacent segment degeneration after lumbosacral fusion in spondylolisthesis:

a retrospective radiological and clinical analysis // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2010. Vol. 77, N 2. P. 124–130. (In Czech).

10. Omidi-Kashani F., Hasankhani E.G., Rahimi M.D., Khanzadeh R. Comparison of functional outcomes following surgical decompression and posterolateral instrumented fusion in single level low grade lumbar degenerative versus isthmic spondylolisthesis // *Clin Orthop Surg*. 2014. Vol. 6, N 2. P. 185–189. doi: 10.4055/cios.2014.6.2.185

11. Kuo C.H., Huang W.C., Wu J.C., et al. Radiological adjacent-segment degeneration in L4-5 spondylolisthesis: comparison between dynamic stabilization and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion // *J Neurosurg Spine*. 2018. Vol. 29, N 3. P. 250–258. doi: 10.3171/2018.1.SPINE17993

12. Millimaggi D.F., Norcia D., Luzzi S., et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with percutaneous bilateral pedicle screw fixation for lumbosacral spine degenerative diseases. A retrospective database of 40 consecutive cases and literature review // *Turk Neurosurg*. 2018. Vol. 28, N 3. P. 454–461. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.19479-16.0

13. Sirvanci M., Bhatia M., Ganiyusufoglu K.A., et al. Degenerative lumbar spinal stenosis: correlation with Oswestry disability index and MR imaging // *Eur Spine J*. 2008. Vol. 17, N 5. P. 679–685. doi: 10.1007/s00586-008-0646-5

14. Weber C., Giannadakic C., Rao V., et al. Is there an association between radiological severity of lumbar spinal stenosis and disability, pain, or surgical outcome? A multicenter observational study // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016. Vol. 41, N 2. P. E78–E83. doi: 10.1097/BRS.0000000000001166

15. Wiltse L.L., Newman P.H., Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis // *Clin Orthop Relat Res*. 1976. N 117. P. 23–29.

16. Meyerding H.W. Spondylolisthesis // *Surg Gynecol Obstet*. 1932. Vol. 54. P. 371–377.

17. Schizas C., Theumann N., Burn A., et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010. Vol. 35, N 21. P. 1919–1924. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd28

18. Shchurov V.A., Dolganova T.I., Dolganov D.V. A femoral muscle dynamometer // *Biomed Engineering*. 2014. Vol. 48. P. 30–32. doi: 10.1007/s10527-014-9410-9

19. Shchurov V.A., Dolganova T.I., Dolganov D.V. Device for measuring lower leg muscle strength // *Biomed Engineering*. 2016. Vol. 50, N 2. P. 124–127. doi: 10.1007/s10527-016-9602-6

20. Siebert E., Prüss H., Klingebiel R., et al. Lumbar spinal stenosis: syndrome, diagnostics and treatment // *Nat Rev Neurol*. 2009. Vol. 5, N 7. P. 392–403. doi: 10.1038/nrneurol.2009.90

21. Ravindra V.M., Senglaub S.S., Rattani A., et al. Degenerative lumbar spine disease: estimating global incidence and worldwide volume // *Global Spine J*. 2018. Vol. 8, N 8. P. 784–794. doi: 10.1177/2192568218770769

22. Педаченко Ю.Е. Стеноз поясничного отдела позвоночного столба // *Украинский нейрохирургический журнал*. 2009. № 4. С. 9–14.

23. Продан А.И., Перепечай О.А., Колесниченко В.А., и др. Современные технологии хирургического лечения поясничного спинального стеноза // *Хирургия позвоночника*. 2008. № 3. С. 40–47.

24. Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Сангинов А.Д., и др. Хирургическое лечение пациентов с сагитальным дисбалансом дегенеративной этиологии: сравнение двух методик // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020. Т. 27, № 3. С. 16–26. doi: 10.17816/vto202027316-26

REFERENCES

1. Cassinelli EH, Eubanks J, Vogt M, et al. Risk factors for the development of perioperative complications in elderly patients undergoing lumbar decompression and arthrodesis for spinal stenosis: an analysis of 166 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(2):230–235. doi: 10.1097/01.brs.0000251918.19508.b3

2. Crawford CH, Smail J, Carreon LY, Glassman SD. Health-related quality of life after posterolateral lumbar arthrodesis in patients seventy-five years of age and older. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(13):1065–1068. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e8afa0

3. Bulatov AV, Klimov VS, Evsyukov AV. Surgical treatment of low grade spondylolisthesis: the modern state of the problem. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2016;13(3):68–77. (In Russ). doi: 10.14531/ss2016.3.68-77

4. Klimov VS, Vasilenko II, Ryabykh SO, et al. Effect of the reconstructed sagittal balance on outcomes in the elderly with degenerative low-grade spondylolisthesis: single center four-year cohort study. *Genii ortopedii*. 2020;26(4):555–564. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-555-564

5. Kalichman L, Kim DH, Li L, et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(2):199–205. doi: 10.1097/BRS.0b013e31818edcfd

6. Chan AK, Sharma V, Robinson LC, Mummaneni PV. Summary of guidelines for the treatment of lumbar spondylolisthesis. *Neurosurg Clin N Am*. 2019;30(3):353–364. doi: 10.1016/j.nec.2019.02.009

7. de Kunder SL, Rijkers K, van Kuijk SM, et al. A protocol of a randomized controlled multicenter trial for surgical treatment of lumbar spondylolisthesis: the Lumbar Interbody Fusion Trial (LIFT). *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17(1):417. doi: 10.1186/s12891-016-1280-8

8. gks.ru [Internet]. Federal State Statistics Service. Raspredelenie naseleniya po vozrastnym gruppam (age distribution) [cited 29 September 2021]. Available from: <https://www.gks.ru/storage/mediabank/demo14.xls> (In Russ).

9. Zencica P, Chaloupka R, Hladíková J, Krbec M. Adjacent segment degeneration after lumbosacral fusion in spondylolisthesis: a retrospective radiological and clinical analysis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2010;77(2):124–130. (In Czech).

10. Omidi-Kashani F, Hasankhani EG, Rahimi MD, Khanzadeh R. Comparison of functional outcomes following surgical decompression and posterolateral instrumented fusion in single level low grade lumbar degenerative versus isthmic spondylolisthesis. *Clin Orthop Surg*. 2014;6(2):185–189. doi: 10.4055/cios.2014.6.2.185

11. Kuo CH, Huang WC, Wu JC, et al. Radiological adjacent-segment degeneration in L4-5 spondylolisthesis: comparison between dynamic stabilization and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *J Neurosurg Spine*. 2018;29(3):250–258. doi: 10.3171/2018.1.SPINE17993

12. Millimaggi DF, Norcia D, Luzzi S, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with percutaneous bilateral pedicle screw fixation for lumbosacral spine degenerative diseases. A retro-

spective database of 40 consecutive cases and literature review. *Turk Neurosurg.* 2018;28(3):454–461. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.19479-16.0

13. Sirvanci M, Bhatia M, Ganiyusufoglu KA, et al. Degenerative lumbar spinal stenosis: correlation with Oswestry disability index and MR imaging. *Eur Spine J.* 2008;17(5):679–685. doi: 10.1007/s00586-008-0646-5

14. Weber C, Giannadakis C, Rao V, et al. Is there an association between radiological severity of lumbar spinal stenosis and disability, pain, or surgical outcome? A multicenter observational study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41(2):E78–E83. doi: 10.1097/BRS.0000000000001166

15. Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;(117):23–29.

16. Meyerding HW. Spondylolisthesis. *Surg Gynecol Obstet.* 1932;54:371–377.

17. Schizas C, Theumann N, Burn A, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(21):1919–1924. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd28

18. Shchurov VA, Dolganova TI, Dolganov DV. A femoral muscle dynamometer. *Biomed Engineering.* 2014;48:30–32. doi: 10.1007/s10527-014-9410-9

19. Shchurov VA, Dolganova TI, Dolganov DV. Device for measuring lower leg muscle strength. *Biomed Engineering.* 2016;50(2):124–127. doi: 10.1007/s10527-016-9602-6

20. Siebert E, Prüss H, Klingebiel R, et al. Lumbar spinal stenosis: syndrome, diagnostics and treatment. *Nat Rev Neurol.* 2009;5(7):392–403. doi: 10.1038/nrneurol.2009.90

21. Ravindra VM, Senglaub SS, Rattani A, et al. Degenerative lumbar spine disease: estimating global incidence and worldwide volume. *Global Spine J.* 2018;8(8):784–794. doi: 10.1177/2192568218770769

22. Pedachenko YuE. Lumbar spinal stenosis. *Ukrainskii neirokhirurgicheskii zhurnal.* 2009;(4):9–14. (In Russ).

23. Prodan AI, Perepechai OA, Kolesnichenko VA, et al. Sovremennye tekhnologii khirurgicheskogo lecheniya poyasnichnogo spinal'nogo stenoza. *Khirurgiya pozvonochnika.* 2008;(3):40–47. (In Russ).

24. Baykov ES, Peleganchuk AV, Sanginov AJ, et al. Surgical treatment of patients with sagittal imbalance of degenerative etiology: a comparison of two methods. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2020;27(3):16–26. (In Russ). doi: 10.17816/vto202027316-26

ОБ АВТОРАХ

***Никита Сергеевич Гвоздев**, врач — травматолог-ортопед;
адрес: Россия, Курган, 640005, ул. М. Ульяновой, д. 6;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3428-3742>;
eLibrary SPIN: 1412-5077; e-mail: nikitozgvovdev@mail.ru

Елена Николаевна Щурова, д-р биол. наук,
ведущий научный сотрудник; eLibrary SPIN: 6919-1265;
e-mail: elena.shurova@mail.ru

Оксана Германовна Прудникова, д-р мед. наук,
врач — травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1432-1377>;
eLibrary SPIN: 1391-9051; e-mail: pog6070@gmail.com

AUTHORS INFO

***Nikita S. Gvozdev**, traumatologist-orthopedist;
address: 6, M. Ulianova str., 640005, Kirgan, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3428-3742>;
eLibrary SPIN: 1412-5077; e-mail: nikitozgvovdev@mail.ru

Elena N. Shchurova, Dr. Sci. (Biol.), leading researcher;
eLibrary SPIN: 6919-1265;
e-mail: elena.shurova@mail.ru

Oksana G. Prudnikova, MD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1432-1377>;
eLibrary SPIN: 1391-9051; e-mail: pog6070@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author