



ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MIS-ТЕХНОЛОГИЙ: АНАЛИЗ 5-ЛЕТНИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

И.И. Василенко^{1,2}, А.В. Евсюков³, С.О. Рябых⁴, Е.В. Амелина⁵, Ю.Е. Кубецкий¹, И.И. Гарипов³, Д.А. Рзаев^{1,5}

¹Федеральный центр нейрохирургии, Новосибирск, Россия

²Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии, Новосибирск, Россия

³Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Россия

⁴Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

⁵Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Цель исследования. Анализ результатов применения минимально-инвазивной технологии в лечении пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника.

Материал и методы. Дизайн: одноцентровое нерандомизированное сплошное ретроспективное когортное исследование. Уровень доказательности — 3b (UK Oxford, версия 2009). По поводу дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника оперированы с применением минимально-инвазивной методики 57 пациентов (10 мужчин и 47 женщин). Изучены параметры качества жизни с использованием ODI, SF-36, ВАШ, а также линейные и ангулометрические показатели позвоночника.

Результаты. Возраст пациентов — 37–81 год (62/62 [55; 67], здесь и далее формат данных среднее/медиана [1; 3 квартиль]). После вмешательства у пациентов, оперированных методикой MIS (minimally invasive surgery), статистически значимо уменьшился болевой синдром в поясничном отделе позвоночника на 4,3/4,0 [3; 6] балла, в ногах — на 4,3/4,0 [3; 6] балла. Улучшились показатели качества жизни по ODI на 24/23 [19; 29] и уровню функциональной адаптации по SF-36 — на 18/18 [14; 21] по физическим параметрам и на 18/20 [16; 23] — по психическим параметрам. Угол деформации по Cobb во фронтальной плоскости уменьшился на 12,9°/13,0° [10°; 17°], поясничный лордоз изменился на 3,3°/2,0° [-1°; 7°], сегментарный угол L₄–S₁ — на 1,0°/0,0° [-5°; 7°], SVA — на -7,5°/-2,0° [-29; 15] мм. В результате минимально-инвазивного хирургического вмешательства получили хороший клинический результат с коррекцией угла сколиотической деформации с 17,5°/16,0° [11°; 22°] до 4,6°/4,0° [1°; 7°].

Заключение. Показана эффективность минимально-инвазивного хирургического лечения дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника с короткосегментарной фиксацией, позволившего получить удовлетворительные клинические результаты в 93 % случаев при минимальном количестве осложнений (7 %).

Ключевые слова: дегенеративный сколиоз, поясничный отдел позвоночника, короткосегментарная фиксация, минимально-инвазивная коррекция, сагиттальный баланс.

Для цитирования: Василенко И.И., Евсюков А.В., Рябых С.О., Амелина Е.В., Кубецкий Ю.Е., Гарипов И.И., Рзаев Д.А. Лечение пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника с использованием MIS-технологий: анализ 5-летних результатов // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 4. С. 52–59.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.4.52-59>.

TREATMENT OF PATIENTS WITH DEGENERATIVE DEFORMITIES OF THE LUMBAR SPINE USING MIS TECHNOLOGIES: ANALYSIS OF 5-YEAR RESULTS

I.I. Vasilenko^{1,2}, A.V. Evsyukov³, S.O. Ryabykh⁴, E.V. Amelina⁵, Yu.E. Kubetsky¹, I.I. Garipov³, J.A. Rzaev^{1,5}

¹Federal Neurosurgical Center, Novosibirsk, Russia; ²Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology, Novosibirsk, Russia;

³National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia; ⁴National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia; ⁵Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Objective. To analyze the results of the use of minimally invasive technologies in the treatment of patients with degenerative deformity of the lumbar spine.

Material and Methods. Design: Single-center, non-randomized continuous retrospective cohort study. The level of evidence is 3b (UK Oxford, version 2009). A total of 57 patients (10 men and 47 women) were operated for degenerative scoliosis of the lumbar spine using minimally invasive techniques. The quality of life indicators using ODI, SF-36, VAS, as well as linear and angulometric parameters of the

spine were studied.

Results. The age of patients ranged from 37 to 81 years (62/62 [55; 67], hereinafter the data format is mean/median [1; 3rd quartile]). In the postoperative period, patients operated on with MIS techniques showed a statistically significant decrease in pain by 4.3/4.0 [3; 6] points in the lumbar spine, and by 4.3/4.0 [3; 6] points in the legs. Quality of life indicators according to ODI improved by 24/23 [19; 29], and the level of functional adaptation according to the SF-36 questionnaire — by 18/18 [14; 21] in terms of physical parameters and by 18/20 [16; 23] in terms of mental parameters. The deformity angle in the frontal plane according to Cobb decreased by 12.9°/13.0° [10°; 17°], lumbar lordosis changed by 3.3°/2.0° [-1°; 7°], segmental angle L4–S1 — by 1.0°/0.0° [-5°; 7°], and SVA changed by -7.5°/-2.0° [-29; 15] mm. As a result of minimally invasive surgical intervention, a good clinical result was obtained in correcting the scoliotic deformity angle from 17.5°/16.0° [11°; 22°] to 4.6°/4.0° [1°; 7°].

Conclusion. The study showed the effectiveness of minimally invasive surgical treatment of degenerative scoliosis of the lumbar spine with short-segment fixation, which allowed obtaining satisfactory clinical results in 93 % of cases with a minimum number of complications (7 %).

Key Words: degenerative scoliosis, lumbar spine, short-segment fixation, minimally invasive correction, sagittal balance.

Please cite this paper as: Vasilenko II, Evsyukov AV, Ryabykh SO, Amelina EV, Kubetsky YuE, Garipov II, Rzaev DA. Treatment of patients with degenerative deformities of the lumbar spine using MIS technologies: analysis of 5-year results. *Hir. Pozvonoc.* 2022;19(4):52–59. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.4.52-59>.

Деформации позвоночника взрослых (Adult Spinal Deformity – ASD) – одно из наиболее значимых проявлений дегенеративного поражения позвоночника (Degenerative Disk Disease – DDD), которое влияет на качество жизни пациентов старшей возрастной группы [1].

ASD существует в двух вариантах: *de novo* сколиоз (dASD) и вторичный дегенеративный сколиоз как исход прогрессирования детского идиопатического сколиоза [2]. Понятие dASD (d-De Novo) используется в связи с пациентами, у которых развившаяся деформация во фронтальной плоскости на фоне костной зрелости связана с дегенеративными изменениями позвоночника [3]. Сколиоз у данной категории больных всегда сочетается со стенозом позвоночного канала и часто ассоциируется с глобальным сагиттальным дисбалансом [1, 4]. Клиническая симптоматика сагиттального дисбаланса проявляется болью и невозможностью удержания вертикальной позы, что обусловлено деформацией позвоночника и слабостью мышц спины. При компенсированном дисбалансе симптоматика чаще обусловлена стенозом позвоночного канала [5, 6].

Методы хирургического лечения дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника разнообразны и варьируют от изолированной локальной декомпрессии невральных структур до различных вариантов фикс-

сации и коррекции в сочетании с прямой или непрямой декомпрессией [7].

Множество исследований с обоснованными критериями результативности не позволяют однозначно рекомендовать как протяженность фиксации, так и метод хирургического лечения пациентов с dASD, что определило актуальность нашей работы.

Цель исследования – анализ результатов применения минимальноинвазивной технологии (MIS LLIF ТПФ) в лечении пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника.

Дизайн: одноцентровое нерандомизированное сплошное ретроспективное когортное исследование. Уровень доказательности – 3b (UK Oxford, версия 2009).

Материал и методы

Критерии включения пациентов в группу исследования:

- дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника с углом деформации во фронтальной плоскости по Cobb $\geq 10^\circ$ и $\leq 40^\circ$;
- отсутствие клинических признаков нарушения глобального сагиттального баланса, подтвержденное показателем SVA с учетом возраста;
- отсутствие центрального стеноза позвоночного канала типов C и D по Schizas;

– клинические проявления в виде вертебрального болевого синдрома, радикулопатии и/или их сочетания;

- наличие полного лучевого архива;
- отсутствие положительного эффекта от проведенной комплексной консервативной терапии в течение не менее двух месяцев.

Степень угла деформации во фронтальной плоскости по Cobb $\geq 10^\circ$ и $\leq 40^\circ$ была определена на основании работ Chen et al. [8–10], так как более выраженная величина деформации предполагает нарушение глобального сагиттального и фронтального баланса и, соответственно, требует применения более агрессивных (остеотомии, открытой транспедикулярной фиксации и т.д.) методов для его коррекции.

В исследование не включали пациентов с идиопатическим и врожденным сколиозом, деформациями позвоночника на фоне системных и нервно-мышечных заболеваний, коксартрозом, симптоматическим гонартрозом II–III степени, а также с ранее перенесенной операцией на позвоночнике.

Пациенты

Исходно в исследование включили 86 оперированных пациентов, однако из-за отсутствия контрольных исследований, неявки для опроса и анкетирования из него исключили 29 человек. В окончательную выборку вошли 57 пациентов (10 (18 %) мужчин и 47 (82 %) женщин) с дегенеративным ско-

лиозом поясничного отдела позвоночника без нарушения глобального сагиттального баланса, оперированных по методике MIS LLIF (Lateral Lumbar Interbody Fusion) с последующей короткосегментарной транскутанной транспедикулярной фиксацией. Возраст исследуемых (формат представления М/Ж) составил 62/62 [55; 67] года (от 39 до 81). Период набора материала: 2014–2019 гг.

Методики

Протокол пред- и послеоперационного обследования включал в себя сбор анамнеза, общеклиническое, клинико-неврологическое обследование с оценкой ведущего синдрома, нейрофизиологическое мониторирование и анкетирование. Период наблюдения – от 7 до 62 мес., значение – 31/32 [14; 45].

Из методов визуализации использовали рентгенографию позвоночника в полный рост с захватом головок бедренных костей в положении пациента стоя в двух проекциях, СКТ и МРТ поясничного отдела позвоночника. Для оценки выраженности болевого синдрома в спине и нижних конечностях применяли ВАШ. Оценку степени функциональной адаптации проводили с помощью опросника Освестри [11]. Качество жизни оценивали по шкале The Short Form-36 (SF-36) [12].

Протокол оперативного лечения пациентов. Всем пациентам проводили минимально-инвазивную (MIS – minimally invasive surgery) коррекцию дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника и восстановление нарушенных позвоночно-тазовых взаимоотношений по методике LLIF с непрямой декомпрессией невралических структур и последующей транскутанной транспедикулярной фиксацией позвоночно-двигательных сегментов. Во время вмешательства проводили нейрофизиологический мониторинг спонтанной электромиографической активности с *m. rectus femoris vastus lateralis* (L_2 – L_4), *m. tibialis anterior* и *m. gastrocnemius* (L_5 – S_1) со стороны хирургического доступа. Для визуализации нервов поясничного сплетения в области оператив-

ного вмешательства и предотвращения их повреждения осуществляли прямую электрическую стимуляцию ветвей поясничного сплетения, проходящих в большой поясничной мышце.

Критерии оценки. По данным рентгенографии оценивали степень деформации во фронтальной плоскости по Cobb [13]. Тип деформации позвоночника классифицировали по SRS-Schwab с использованием модификаторов оценки параметров сагиттального и фронтального балансов [14]: тип дуги во фронтальной плоскости (T, TL, L, N); сагиттальные модификаторы PI (Pelvic incidence), SS (Sacral slope), PT (Pelvic tilt), LL (Lumbar lordosis).

Целевое значение интегрированных показателей SVA (Sagittal vertical axis), SSA (spino-sacral angle) и PI-LL (PI минус LL) определяли с поправкой на возраст [14]. Для определения целевых показателей LL использовали формулу: $LL = PI \times 0,54 + 27,6^\circ$ [15].

По данным СКТ до операции определяли положение позвонков, формирование костных разрастаний и наличие костного блока на дугоотростчатых суставах или краях тел позвонков. В послеоперационном периоде оценивали положение имплантатов, целостность замыкательных пластинок тел позвонков [16]. Мальпозиции винтов оценивали по классификации Rao et al. [17]. Контрольную СКТ выполняли в раннем послеоперационном периоде и на контрольных осмотрах для оценки положения и возможной дислокации имплантатов и винтов.

Проводили учет длительности оперативного вмешательства, величины кровопотери, продолжительности госпитализации. Осложнения, требующие хирургического вмешательства, классифицировали в соответствии с критериями Dindo – Clavien [18].

Формирование костного блока по Тап оценивали через 12 мес. после вмешательства: формирование констатировали при значениях Grade 1, 2, отсутствие – при Grade 3, 4 [19].

Статистический анализ

Числовые данные в статье, отражающие результаты исследований,

представлены в виде среднего/медианы [нижнего; верхнего квартилей], что связано с отрицательными результатами тестов проверки нормальности распределения для большинства параметров (тест Шапиро – Уилка, анализ гистограмм). Для сравнения зависимых выборок (данные до и после вмешательства) применяли двухсторонний критерий Уилкоксона.

Данные оценивали с помощью функции *density* базового функционала программного обеспечения R. Для визуализации использовали графики плотности распределения, где с помощью гистограмм дополнительно представлено распределение показателей нашего исследования.

Расчеты проводили с использованием программного обеспечения R версии 4.0.5 [20].

Результаты

Возраст пациентов составил от 37 до 81 года (62/62 [55; 67] года). Всех пациентов в исследуемой группе беспокоил вертебральный болевой синдром 6,3/6,0 [5; 8] балла по ВАШ. В большинстве клинических случаев также присутствовала боль в одной или обеих ногах радикулярного характера (89 % больных, ВАШ в ноге/ногах составила 5,5/5,0 [4; 7] балла). Радикулярный болевой синдром был обусловлен компрессией нервного корешка в фораминальном отверстии на вогнутой стороне деформации, что подтверждалось данными нейровизуализации. По ODI у всех пациентов отмечалось снижение до 49/46 [42; 54]. По оценке функциональной адаптации шкалы SF-36 уровень физического компонента шкалы (PH) составлял 23/23 [20; 25], психического (MH) – 23/22 [20; 24].

При оценке типа деформации по классификации SRS-Schwab во всех случаях фронтальный модификатор соответствовал типу N (менее 30°).

Угол деформации во фронтальной плоскости составил $17,5^\circ/16,0^\circ$ [11; 22]. Все пациенты имели локальный сегментарный дисбаланс позвоночно-тазовых взаимоотношений с дефици-

том L₄–S₁, LL, SSA. У всех пациентов значение SVA не превышало определяющее значение показателя глобального дисбаланса.

Объем кровопотери составил 271/200 [150; 350] мл, время оперативного вмешательства – 297/270 [225; 355] мин, койкодень – 12,7/12,0 [9; 15] сут.

Динамика показателей болевого синдрома, качества жизни и позвоночно-тазовых взаимоотношений. У всех пациентов в результате лечения получены хорошие клинические результаты, которые выражались в статистически значимом уменьшении болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и уменьшении боли радикулярного характера. В послеоперационном периоде статистически значимо уменьшились вертебральный болевой синдром, корешковая боль в ногах по ВАШ, улучшились показатели качества жизни по ODI и уровню функциональной адаптации по SF-36. Угол деформации во фронтальной плоскости по Cobb уменьшился на 12,9°/13,0° [10°; 17°], поясничный лордоз увеличился на 3,3°/2,0° [-1°; 7°], сегментарный угол L₄–S₁ – на 1,0°/0,0° [-5°; 7°], SVA изменился на -7,5°/-2,0° [-29; 15] мм. Изменение значения показателя определялось по формуле: «показатель после операции» минус «показа-

тель до операции». Результаты лечения пациентов представлены в табл. 1.

В течение всего периода наблюдения у ряда пациентов выявили осложнения, которые классифицировали в соответствии с критериями Dindo – Clavien (табл. 2).

Обсуждение

Наиболее обсуждаемыми трендами хирургического лечения дегенеративного сколиоза в современной вертебрологии являются вариации доступов, выбор протяженности фиксации и возможности не прямой декомпрессии невральных структур.

Применение минимально-инвазивных хирургических технологий сопровождается меньшим количеством послеоперационных осложнений [21]. При этом в большинстве исследований спондилодез был подразделен на короткосегментарный (до трех уровней включительно) и протяженный (более трех уровней) с попыткой исправления деформации [7, 22–24].

Wang et al. [5] определили короткосегментарную фиксацию как локальную декомпрессию с последующей стабилизацией заинтересованных сегментов, а протяженную стабилизацию деформации – как коррекцию всей дуги. В исследовании Cho et al. [25]

короткосегментарный спондилодез определяется как стабилизация внутри деформации без стабилизации переходных позвонков дуги, а протяженный спондилодез – как любая стабилизация, которая заканчивалась выше краниального переходного позвонка.

Клинические результаты коррекции дегенеративного сколиоза неоднозначны. Hosogane et al. [26] утверждают, что короткосегментарная фиксация может вызывать быстрое прогрессирование деформации, что отчасти подтверждают Tsutsui et al. [27], настаивающие на том, что послеоперационный вертеброгенный болевой синдром в поясничном отделе позвоночника у пациентов с dASD связан с величиной остаточного угла деформации во фронтальной плоскости и нарушением баланса в сагиттальной плоскости. В то же время Lee et al. [28] сообщают, что общая величина прогрессирования угла Cobb после короткосегментарной фиксации дегенеративного сколиоза у пациентов с dASD аналогична естественному прогрессированию кривой.

Прогрессирование сколиоза при короткосегментарной фиксации является серьезной проблемой, особенно у пациентов с крайними уровнями фиксации на вершине дуги деформации. Houten et al. [29] и Cho et al. [25] отметили, что у па-

Таблица 1

Результаты лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника

Показатели	До операции	После операции	p
ВАШ (спина), баллы	6,3/6,0 [5; 8]	2,0/2,0 [1; 3]	<0,001
ВАШ (ноги), баллы	5,5/5,0 [4; 7]	1,2/1,0 [0; 2]	<0,001
ODI	49/46 [42; 54]	25/22 [18; 32]	<0,001
SF-36 (физ.)	23/23 [20; 25]	41/40 [37; 44]	<0,001
SF-36 (псих.)	23/22 [20; 24]	41/41 [39; 44]	<0,001
SS, град.	30,5/30,0 [25; 37]	32,5/33,0 [26; 39]	0,042
PT, град.	20,3/21,0 [15; 25]	18,8/20,0 [13; 24]	0,090
LL, град.	45,4/46,0 [40; 52]	48,7/48,0 [43; 54]	0,003
L ₄ –S ₁ , град.	31,9/30,0 [24; 40]	32,9/32,0 [28; 38]	0,404
SVA, мм	18,5/18,0 [0; 31]	11,0/16,0 [-1; 26]	0,210
SSA, град.	123,9/123,0 [118; 128]	126,2/125,0 [122; 130]	0,073
Cobb, град.	17,5/16,0 [11; 22]	4,6/4,0 [1; 7]	<0,001
TK, град.	31,0/32,0 [23; 39]	32,7/32,0 [27; 39]	0,143

Таблица 2

Осложнения у пациентов в соответствии с критериями Dindo – Clavien

Тип	Вид осложнения	Количество
IIIA	Фармакорезистентный нейропатический болевой синдром	1
IIIB	Интраканальная мальпозиция транспедикулярного винта	1
	III степени по Rao (реоперация)	
	Острый эмболеный тромбоз подколенной вены (лигирование поверхностной бедренной вены слева)	1

циентов, перенесших протяженный спондилодез, была ниже частота дегенерации смежных сегментов. Ряд авторов отмечает, что прогрессирование сколиоза после короткосегментарной фиксации дегенеративного сколиоза у пациентов с dASD составляет до 3° в год, аналогично естественному прогрессированию дуги [25, 28, 30–32]. При этом авторы пришли к выводу, что дегенеративный сколиоз при контрольных исследованиях не прогрессировал в группах с протяженной и короткосегментарной фиксациями [25, 29]. Chen et al. [8] показали аналогичные результаты, придя к выводу, что протяженный спондилодез с коррекцией деформации необходимо выполнять пациентам с dASD $\geq 30^\circ$ по Cobb. Похожего мнения придерживаются другие авторы, утверждая, что декомпрессия и короткосегментарная фиксация уместны при неэффективности консервативного лечения вертебрального болевого синдрома и наличии у пациента деформации меньше 40° по Cobb [31]. И.В. Басанкин с соавт. [33], проанализировав данные 382 пациентов со сколиотическими деформациями поясничного отдела позвоночника, отметили, что наиболее значимыми факторами риска проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции являются остеопороз, коррекция поясничного лордоза более 30° , проксимальный переходный угол, равный или больше 10° , и смещение сагиттальной вертикальной оси кпереди более 50 мм.

Протяженная фиксация с коррекцией дегенеративной сколиотической деформации рекомендуется пациен-

там с факторами риска прогрессирования сколиоза, наличием латеролистеза, выраженной ротационной деформацией, потерей поясничного лордоза, величиной сколиотического компонента деформации с углом Cobb больше 40° , наличием остеофитов на вогнутой стороне деформации, асимметричной дегенерацией диска и остеопорозом [26, 29, 32, 34]. В то же время при отсутствии указанных грубых нарушений предпочтительно использование короткосегментарных MIS-вмешательств [5].

Simmons [31] утверждает, что агрессивное хирургическое лечение не рекомендуется, если у пациента имеется выраженная сопутствующая соматическая патология. Это подтверждают Transfeldt et al. [7] при анализе данных пациентов, которым проведена короткосегментарная фиксация деформации в сравнении с протяженной фиксацией и коррекцией деформации, и у которых наблюдалось аналогичное улучшение качества жизни по ODI, в то время как объем интраоперационной кровопотери был меньше, сроки пребывания в стационаре – короче, а количество осложнений – также меньше. С.Г. Млявых с соавт. [37] по данным исследования 54 пациентов с дегенеративной патологией позвоночника на фоне сколиотической деформации сообщают, что после операции более выраженный регресс радикулярного болевого синдрома наблюдался в группе минимально-инвазивных вмешательств, а более выраженный регресс аксиального болевого синдрома – у пациентов группы открытой хирургии. Авторы отмечают, что в группе открытых вмешательств

пациенты чаще достигали показателей значительного клинического регресса болевого синдрома в спине, а в группе минимально-инвазивных вмешательств – показателей значительного регресса болевого синдрома в ногах.

В нашем исследовании меньшая интраоперационная травма за счет применения минимально-инвазивных методик позволила получить сопоставимые значения ключевых показателей качества жизни и степени коррекции деформации, а также отметить минимальную кровопотерю, которая составила 271/200 [150; 350] мл. Одному пациенту потребовалась ревизионная операция с переустановкой транспедикулярного винта из-за его медиальной мальпозиции. Еще у одного пациента выявили формирование болезни смежного сегмента через 34 мес. после первичной операции с формированием грыжи межпозвонкового диска выше сегмента фиксации на уровне L₁–L₂ после коррекции фронтального баланса на 20° (25° – до операции, 5° – после операции). Клинически патология проявлялась корешковым болевым синдромом по соответствующему дерматому. С учетом неэффективного консервативного лечения в течение 8 недель пациентку оперировали повторно. В связи с отсутствием вертебрального болевого синдрома выполнили удаление грыжи диска. Локальный сагиттальный баланс после вмешательства LLIF в 2015 г. на уровнях L₂–L₃–L₄ не изменился, также не зафиксировали изменения до и после удаления грыжи диска, однако отметили нарастание деформации во фронтальной плоскости до 18° . Ретроспективно оценивая ситуацию, предиктором болезни смежного уровня можно считать большую протяженность фиксации на уровнях L₂–L₅ позвонков [36].

Минимально-инвазивные технологии короткосегментарной коррекции сколиотической деформации уменьшают операционную травму и значительно снижают интраоперационную кровопотерю при схожих рентгенологических и клинических результатах. Наш

анализ показал, что MIS-коррекция и фиксация при лечении пациентов с dASD служат альтернативой с позиции купирования болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и ногах, улучшения показателей качества жизни и уровня функциональной адаптации, а также коррекции величины деформации в двух плоскостях и нормализации параметров сагиттального профиля.

Эффективность минимально-инвазивной этапной короткосегментарной коррекции дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника подтверждается хорошими послеоперационными клиническими результатами: статистически значимо уменьшился болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и ногах, улучшились показатели качества жизни по ODI, SF-36, коррекции величин

ны сколиотической деформации и поясничного лордоза с нормализацией параметров сагиттального профиля при достоверно меньшей кровопотере.

Заключение

Коррекция нарушений фронтального и локального сагиттального баланса с применением минимально-инвазивных технологий у пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника с углом во фронтальной плоскости $\geq 10^\circ$ и $\leq 40^\circ$ без нарушения глобального сагиттального баланса позволяет добиться отличных и хороших результатов при минимальном количестве осложнений, что особенно важно при наличии сопутствующей соматической патологии.

Ограничения достоверности результатов. Небольшое количество пациентов, ретроспективный нерандомизированный дизайн исследования, ограничение сроков наблюдения. Требуется дальнейшее всестороннее изучение этого вопроса, в том числе проведение рандомизированных исследований и более длительные сроки наблюдения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование государственное бюджетное.

Проведение исследования одобрено локальными этическими комитетами учреждений.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

1. Taneichi H. Update on pathology and surgical treatment for adult spinal deformity. J Orthop Sci. 2016;21:116–123. DOI: 10.1016/j.jos.2015.12.013.
2. Youssef JA, Orndorff DO, Patty CA, Scott MA, Price HL, Hamlin LF, Williams TL, Uribe JS, Deviren V. Current status of adult spinal deformity. Global Spine J. 2013;3:51–62. DOI: 10.1055/s-0032-1326950.
3. Kebaish KM. Degenerative (*de novo*) adult scoliosis. Semin Spine Surg. 2009;21:7–15. DOI: 10.1053/j.semss.2008.11.002.
4. Климов В.С., Василенко И.И., Евсюков А.В., Халепа Р.В., Амелина Е.В., Рябых С.О., Рзаев Д.А. Применение технологии LLIF у пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника: анализ ретроспективной когорты и обзор литературы // Гений ортопедии. 2018. Т. 24. № 3. С. 393–403. [Klimov VS, Vasilenko II, Evsyukov AV, Khalepa RV, Amelina EV, Ryabykh SO, Rzaev DA. The use of LLIF technology in adult patients with degenerative scoliosis: retrospective cohort analysis and literature review. Genij Ortopedii. 2018;24(3):393–403. DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-393-403.]
5. Wang G, Cui X, Jiang Z, Li T, Liu X, Sun J. Evaluation and surgical management of adult degenerative scoliosis associated with lumbar stenosis. Medicine (Baltimore). 2016;95:e3394. DOI: 10.1097/MD.0000000000003394.
6. Бурцев А.В., Рябых С.О., Котельников А.О., Губин А.В. Клинические аспекты сагиттального баланса у взрослых // Гений ортопедии. 2017. Т. 23. № 2. С. 228–235. [Burtsev AV, Ryabykh SO, Kotelnikov AO, Gubin AV. Clinical issues of the sagittal balance in adults. Genij Ortopedii. 2017;23(2):228–235. DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-2-228-235.]
7. Transfeldt EE, Topp R, Mehdor AA, Winter RB. Surgical outcomes of decompression, decompression with limited fusion, and decompression with full curve fusion for degenerative scoliosis with radiculopathy. Spine. 2010;35:1872–1875. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ce63a2.
8. Chen PG, Daubs MD, Berven S, Raaen LB, Anderson AT, Asch SM, Nuckols TK. Surgery for degenerative lumbar scoliosis: the development of appropriateness criteria. Spine. 2016;41:910–918. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001392.
9. Ploumis A, Liu H, Mehdor AA, Transfeldt EE. Can radiographic measurements of degenerative lumbar scoliosis predict clinical symptoms? Scoliosis. 2009;4(Suppl 1):O54. DOI: 10.1186/1748-7161-4-S1-O54.
10. Ploumis A, Liu HA, Mehdor AA, Transfeldt EE, Winter RB. A correlation of radiographic and functional measurements in adult degenerative scoliosis. Spine. 2009;34:1581–1584. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31819c94cc.
11. Fairbank JCT, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. Spine. 2000;25:2940–2952. DOI: 10.1097/00007632-200011150-00017.
12. Ware JE, Kosinski M, Keller SD. SF-36 Physical and Mental Health Summary Scales: A User's Manual. Boston, MA, Health Assessment Lab, 1994.
13. Cobb JR. Outline for the study of scoliosis. Instructional Course Lectures. 1948;5:261–275.
14. Schwab FJ, Lafage R, Liabaud B, Diebo BG, Smith JS, Hostin RA, Shaffrey CI, Boachie-Adjei O, Ames CP, Scheer JK, Burton DC, Bess S, Gupta MC, Protopsaltis TS, Lafage V. Does one size fit all? Defining spinopelvic alignment thresholds based on age. Spine J. 2014;24(11 Suppl):S120–S121. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.08.299.
15. Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. Eur Spine J. 2016;25:3630–3637. DOI: 10.1007/s00586-016-4485-5.
16. Steurer J, Roner S, Gnannt R, Hodler J. Quantitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: a systematic literature review. BMC Musculoskelet Disord. 2011;12:175. DOI: 10.1186/1471-2474-12-175.

17. Rao G, Brodke DS, Rondina M, Bacchus K, Dailey AT. Inter- and intraobserver reliability of computed tomography in assessment of thoracic pedicle screw placement. *Spine*. 2003;28:2527–2530. DOI: 10.1097/01.BRS.0000092341.56793.F1.
18. Dindo D, Clavien PA. What is a surgical complication? *World J Surg*. 2008;32:939–941. DOI: 10.1007/s00268-008-9584-y.
19. Tan GH, Goss BG, Thorpe PJ, Williams RP. CT-based classification of long spinal allograft fusion. *Eur Spine J*. 2007;16:1875–1881. DOI: 10.1007/s00586-007-0376-0.
20. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org>.
21. Anand N, Kong C, Fessler RG. A staged protocol for circumferential minimally invasive surgical correction of adult spinal deformity. *Neurosurgery*. 2017;81:733–739. DOI: 10.1093/neuros/nyx353.
22. Zhang HC, Yu HL, Yang HF, Sun PF, Wu HT, Zhan Y, Wang Z, Xiang LB. Short-segment decompression/fusion versus long-segment decompression/fusion and osteotomy for Lenke-Silva type VI adult degenerative scoliosis. *Chin Med J (Engl)*. 2019;132:2543–2549. DOI: 10.1097/CM9.0000000000000474.
23. Kleinstueck FS, Fekete TF, Jeszenszky D, Haschtmann D, Mannion AF. Adult degenerative scoliosis: comparison of patient-rated outcome after three different surgical treatments. *Eur Spine J*. 2016;25:2649–2656. DOI: 10.1007/s00586-014-3484-7.
24. Liu Z, Zhao QH, Wu XZ, Song R, Yuan G, Tian JW. [Short fusion and long fusion for degenerative lumbar scoliosis with lumbar stenosis]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2012;92:1751–1755. Chinese.
25. Cho KJ, Suk SI, Park SR, Kim JH, Kim SS, Lee TJ, Lee JJ, Lee JM. Short fusion versus long fusion for degenerative lumbar scoliosis. *Eur Spine J*. 2008;17:650–656. DOI: 10.1007/s00586-008-0615-z.
26. Hosogane N, Watanabe K, Kono H, Saito M, Toyama Y, Matsumoto M. Curve progression after decompression surgery in patients with mild degenerative scoliosis. *J Neurosurg Spine*. 2013;18:321–326. DOI: 10.3171/2013.1.SPINE12426.
27. Tsutsui S, Kagotani R, Yamada H, Hashizume H, Minamide A, Nakagawa Y, Iwasaki H, Yoshida M. Can decompression surgery relieve low back pain in patients with lumbar spinal stenosis combined with degenerative lumbar scoliosis? *Eur Spine J*. 2013;22:2010–2014. DOI: 10.1007/s00586-013-2786-5.
28. Lee N, Yi S, Shin DA, Kim KN, Yoon DH, Ha Y. Progression of coronal Cobb angle after short-segment lumbar interbody fusion in patients with degenerative lumbar stenosis. *World Neurosurg*. 2016;89:510–516. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.01.051.
29. Houten JK, Nasser R. Symptomatic progression of degenerative scoliosis after decompression and limited fusion surgery for lumbar spinal stenosis. *J Clin Neurosci*. 2013;20:613–615. DOI: 10.1016/j.jocn.2012.06.002.
30. Tribus CB. Degenerative lumbar scoliosis: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2003;11:174–183. DOI: 10.5435/00124635-200305000-00004.
31. Simmons ED. Surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis with associated scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(384):45–53. DOI: 10.1097/00003086-200103000-00007.
32. Seo JY, Ha KY, Hwang TH, Kim KW, Kim YH. Risk of progression of degenerative lumbar scoliosis. *J Neurosurg Spine*. 2011;15:558–566. DOI: 10.3171/2011.6.SPINE10929.
33. Басанкин И.В., Пташников Д.А., Масевнин С.В., Афаунов А.А., Гюльзатян А.А., Тахмазян К.К. Значимость различных факторов риска в формировании проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции при оперативном лечении взрослых с деформациями позвоночника // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18. № 1. С. 14–23. [Basankin IV, Ptashnikov DA, Masevnin SV, Afaunov AA, Giulzatyan AA, Takhmazyan KK. Significance of various risk factors for proximal junctional kyphosis and instability of instrumentation in surgical treatment for adult spinal deformities. *Hir Pozvononoc*. 2021;18(1):14–23]. DOI: 10.14531/ss2021.1.14-23.
34. Silva FE, Lenke IG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management. *Neurosurg Focus*. 2010;28:E1. DOI: 10.3171/2010.1.FOCUS09271.
35. Млявух С.Г., Боков А.Е., Алейник А.Я., Яшин К.С. Сравнение результатов минимально-инвазивных и открытых хирургических технологий у пациентов с симптоматическим стенозом поясничного отдела позвоночника на фоне сколиотической деформации // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2019. № 4. С. 33–42. [Mlyavukh SG, Bokov AE, Aleynik AY, Yashin KS. Compare of outcomes of minimally invasive and open surgical techniques in patients with symptomatic lumbar spine stenosis on the background of scoliotic deformity. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;(4):33–42]. DOI: 10.17116/vto201904133.
36. Saavedra-Pozo FM, Deusdara RAM, Benzel EC. Adjacent segment disease perspective and review of the literature. *Ochsner J*. 2014;14:78–83.

Адрес для переписки:

Василенко Иван Игоревич
630087, Россия, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 132/1,
Федеральный центр нейрохирургии,
i_vasilenko@neuronsk.ru

Address correspondence to:

Vasilenko Ivan Igorevich
Federal Neurosurgical Center,
132\1 Nemirovicha-Danchenko str., Novosibirsk, 630087, Russia,
i_vasilenko@neuronsk.ru

Статья поступила в редакцию 12.05.2022

Рецензирование пройдено 20.09.2022

Подписано в печать 14.11.2022

Received 12.05.2022

Review completed 20.09.2022

Passed for printing 14.11.2022

Иван Игоревич Василенко, врач-нейрохирург отделения спинальной нейрохирургии, Федеральный центр нейрохирургии, Россия, 630087, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 132/1, младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии, Россия, 630117, Новосибирск, ул. Арбузова, 6, ORCID: 0000-0002-4781-3848, i_vasilenko@neuronsk.ru;

Алексей Владимирович Евсюков, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, руководитель клиники патологии позвоночника и редких заболеваний, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0001-8583-0270, alexevsukov@mail.ru;

Сергей Олегович Рябых, д-р мед. наук, заместитель директора по проектам, образованию и коммуникации, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-8293-0521, rso@mail.ru;

Евгения Валерьевна Амелина, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории аналитики потоковых данных и машинного обучения, Новосибирский государственный университет, Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, ORCID: 0000-0001-7537-3846, amelina.evgenia@gmail.com;
Юлий Евгеньевич Кубецкий, врач-нейрохирург, заведующий отделением спинальной нейрохирургии, Федеральный центр нейрохирургии, Россия, 630087, Новосибирск, ул. Немiroвича-Данченко, 132/1, ORCID: 0000-0002-7810-3531, yu_kubeckiy@neuronsk.ru;
Ильгиз Ильдарович Гарипов, аспирант, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0003-4681-7967, ilgizgaripov@ya.ru;
Джамиль Афет оглы Рзаев, д-р мед. наук, главный врач, Федеральный центр нейрохирургии, Россия, 630087, Новосибирск, ул. Немiroвича-Данченко, 132/1, профессор кафедры, Новосибирский государственный университет, Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, ORCID: 0000-0002-1209-8960, d_rzaev@neuronsk.ru.

Ivan Igorevich Vasilenko, neurosurgeon, Department of spinal neurosurgery, Federal Neurosurgical Center, 132/1 Nemirovicha-Danchenko str., Novosibirsk, 630087, Russia, junior researcher, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology, 6 Arbuzova str., Novosibirsk, 630117, Russia, ORCID: 0000-0002-4781-3848, i_vasilenko@neuronsk.ru;
Alexey Vladimirovich Evsyukov, MD, PhD, neurosurgeon, Head of the Clinic of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, 6 M. Ulyanovoj str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0001-8583-0270, alexevsyukov@mail.ru;
Sergey Olegovich Ryabykh, DMSc, Deputy Director for Education and Regional Relations, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-8293-0521, rso_@mail.ru;
Evgeniya Valeryevna Amelina, PhD in Physics and Mathematics, researcher, Stream Data Analytics and Machine Learning Laboratory, Novosibirsk State University, 1 Pirogova str., Novosibirsk, 630090, Russia, ORCID: 0000-0001-7537-3846, amelina.evgenia@gmail.com;
Yuliy Evgenyevich Kubetsky, neurosurgeon, Head of the Department of spinal neurosurgery, Federal Center of Neurosurgery, 132/1 Nemirovicha-Danchenko str., Novosibirsk, 630087, Russia, ORCID: 0000-0002-7810-3531, yu_kubeckiy@neuronsk.ru;
Ilgiz Ildarovich Garipov, post-graduate student, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, 6 M. Ulyanovoj str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0003-4681-7967, ilgizgaripov@ya.ru;
Jamil Afet oglu Rzaev, DMSc, Chief Doctor, Federal Neurosurgical Center, 132/1 Nemirovicha-Danchenko str., Novosibirsk, 630087, Russia, Chair professor, Novosibirsk State University, 2 Pirogova str., Novosibirsk, 630090, Russia, ORCID: 0000-0002-1209-8960, d_rzaev@neuronsk.ru.