

DOI 10.56618/20712693_2022_14_3_27



ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИСХОД У ПАЦИЕНТОВ С ИСТМИЧЕСКИМ СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ НИЗКОЙ СТЕПЕНИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зувев

ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова» Минздрава России; 105203 г. Москва, ул. Нижняя Первомайская, д. 70

ОБОСНОВАНИЕ. Трансфораминальный межтеловой спондилодез с фиксацией широко используется для лечения пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени. Имеющиеся данные о факторах, способных повлиять на функциональные исходы при использовании данного вида хирургического лечения зачастую являются противоречивыми.

ЦЕЛЬ. Оценить влияние факторов, способных повлиять на степень выраженности нарушений функциональной адаптации у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени после хирургического лечения.

МЕТОДЫ. В ретроспективное моноцентровое исследование включены 48 пациентов в возрасте 18 лет и более с истмическим спондилолистезом низкой степени, которым, в период с 2018 по 2020 г. было проведено хирургическое лечение. Было проанализировано влияние пола, возраста, наличия ожирения, курения, состояния паравертебральных мышц, величины межтелового промежутка после операции, степени смещения позвонка до операции, объема выполненной редукции позвонка, исходного уровня функциональной дезадаптации, способность доступа к осуществлению межтелового спондилодеза и фиксации на функциональный исход, оцененный по шкале Освестри.

РЕЗУЛЬТАТЫ. На степень функциональной дезадаптации после хирургического лечения достоверно может влиять избыточная масса тела пациента (ИМТ>30) ($p=0,044$). При проведении корреляционного анализа было выявлено, что наблюдается статистически значимая связь между степенью нарушений функциональной адаптации пациентов после операции с исходным функциональным статусом ($\rho=0,418$, $p=0,003$) и относительным размером большой поясничной мышцы ($\rho=-0,327$, $p=0,023$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Данное исследование показало, что неблагоприятные функциональные исходы у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени могут быть связаны с ожирением, функциональным статусом до операции, а также относительной величиной большой поясничной мышцы. По этой причине необходимо проведение бесед с пациентами и информирование их о том, что некоторые из факторов являются модифицируемыми, а значит коррекция образа жизни, лечение ожирения высокой степени могут существенно уменьшить степень функциональной дезадаптации после операции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: истмический спондилолистез низкой степени, функциональный исход, факторы риска.

Для цитирования: Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зувев. Факторы, влияющие на функциональный исход у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени после хирургического лечения. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022;14(3):27–34. DOI 10.56618/20712693_2022_14_3_27

FACTORS, AFFECTING FUNCTIONAL OUTCOMES IN PATIENTS WITH LOW-GRADE ISTHMIC SPONDYLOLISTHESIS AFTER SURGICAL TREATMENT

B. R. Kinzyagulov, V. B. Lebedev, A. A. Zuev

National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov, Moscow, Russia.

INTRODUCTION. Transforaminal lumbar interbody fusion with posterior instrumentation is widely used to treat patients with low-grade isthmic spondylolisthesis. Current evidence regarding factors that may affect functional outcomes is still controversial.

OBJECTIVE. To identify the factors that may affect the severity of functional adaptation disorders in patients with low-grade isthmic spondylolisthesis after surgery.

METHODS. Forty-eight patients older than 18 years with isthmic spondylolisthesis who underwent transforaminal lumbar interbody fusion and posterior screw-rod instrumentation from 2018 to 2020, were retrospectively analyzed. The effect of gender, age, obesity, smoking, paravertebral muscle condition, the interbody height, degree of vertebral translation prior to surgery, amount of vertebral reduction performed, initial level of functional condition, approach to performing of interbody fusion and instrumentation on functional outcome measured by Oswestry scale was analyzed.

RESULTS. The degree of functional desadaptation after surgical treatment can be reliably affected by the patient's excess body weight (BMI > 30) ($p = 0.044$). During the correlation analysis, a statistically significant association was observed between the degree of functional desadaptation of patients after surgery with initial functional status ($\rho = 0.418$, $p = 0.003$) and the relative size of the psoas muscle ($\rho = -0.327$, $p = 0.023$).

CONCLUSION. This study showed that adverse functional outcomes in patients with low-grade isthmic spondylolisthesis may be associated with obesity, functional status prior to surgery, the relative size of the psoas muscle. For this reason, it is necessary inform patients that some of the factors are modifiable, which means lifestyle correction, obesity treatment can significantly reduce the degree of functional desadaptation after surgery.

KEY WORDS: low-grade isthmic spondylolisthesis, functional outcome, risk factors.

For citation: B. R. Kinzyagulov, V. B. Lebedev, A. A. Zuev. Factors, affecting functional outcomes in patients with low-grade isthmic spondylolisthesis after surgical treatment. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova*. 2022;14(3):27–34. DOI 10.56618/20712693_2022_14_3_27

Введение. Боль в спине — одна из самых частых причин обращения за медицинской помощью. По данным Kalichman L., у 8,2 % пациентов причиной возникновения боли в поясничной области является истмический спондилолистез [1].

Истмическим спондилолистезом принято называть патологический процесс, при котором происходит смещение вышележащего позвонка относительно нижележащего, вследствие наличия дефекта межсуставной части дуги позвонка [2]. В 30 % случаев данное патологическое состояние требует проведения хирургического вмешательства [3]. Рандомизированное контролируемое исследование Azizpour K. и соавт. показало, что наиболее эффективным видом оперативного вмешательства является декомпрессия пораженного сегмента с межтеловым спондилодезом и фиксацией [4].

В литературе отмечается недостаточное количество исследований, в которых проанализировано влияние различных факторов на функциональный исход после операции у пациентов с истмическим спондилолистезом. Наиболее часто среди факторов упоминаются: пол, наличие ожирения, курение, величина редукации позвонка, величина межтелового промежутка после хирургического лечения, состояние параспинальных мышц, функциональный статус пациента до операции. Однако, единого мнения о влиянии данных факторов до сих пор нет [5–14].

Цель исследования — оценить влияние факторов, способных повлиять на степень выраженности нарушений функциональной адаптации у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени после хирургического лечения.

Материал и методы

Проведено моноцентровое ретроспективное исследование, включающее 48 пациентов, которым, в период с 2018 по 2020 годы, в отделении нейрохирургии ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ, была выполнена операция по поводу истмического спондилолистеза.

Критерии включения пациентов в исследование: 1) истмический спондилолистез одного позвонка низкой степени (1, 2 степени по Meyerding); 2) отсутствие показаний к оперативному вмешательству на других сегментах позвоночника; 3) наличие катамнеза 12 месяцев и более после хирургического лечения.

Критерии исключения из исследования: 1) проведенное ранее оперативное вмешательство по поводу патологии позвоночника; 2) наличие спондилолиза других сегментов; 3) наличие сколиотической деформации более 10° по Cobb;

Средний возраст пациентов составил $46,9 \pm 10,3$ лет. У 42 (87,5 %) пациентов отмечалось смещение L5 позвонка, у 5 (10,4 %) пациентов смещение L4 позвонка, у 1 (2,1 %) — L3 позвонка. Степень смещения оценивалась по данным рентгенографии согласно классификации Меердинга: 1 степень — 18 (37,5 %) пациентов, 2 степень — 30 (62,5 %) пациентов. Медиана длительности наблюдения за пациентами составила 25,5 (18,3) месяцев.

При поступлении пациента в стационар, а также при контрольном посещении минимум через 12 месяцев после операции проводилось анкетирование с целью оценки степени нарушений функциональной адаптации по шкале Освестри (Oswestry Disability Index). Данный опросник активно используется исследователями с начала 80-х гг., его свойства широко изучены, а эффективность неоднократно доказана. Данная шкала соответствует всем важным требованиям, предъявляемым сегодня к стандартным средствам оценки результата лечения, а именно является легко воспроизводимой, надежной, обладает достаточной чувствительностью, кроме того, она адаптирована для применения в русскоязычном варианте [15, 16].

При хирургическом лечении проводили микрохирургическое устранение компрессии нервных структур путем билатеральной декомпрессии корешков спинного мозга из монолатерального доступа. В нашем исследовании доступ для спондилодеза по методике Wiltse L. L. и Vialle R. [17] с последующим миниинвазивным проведением транспедикулярных фиксаторов был осуществлен 30 пациентам, в то время как 18 пациентам хирургическое лечение проводилось открытым способом при помощи разреза по средней линии, скелетирования межпозвонковых суставов и постановкой винтов в типичных точках. Во всех случаях со стороны доступа выполняли трансфораминальный межтеловой спондилодез полиэфирэфиркетонным имплантом. Вправление позвонка выполняли за счет нефорсированной редукации на фиксированном стержне через предустановленный кейдж.

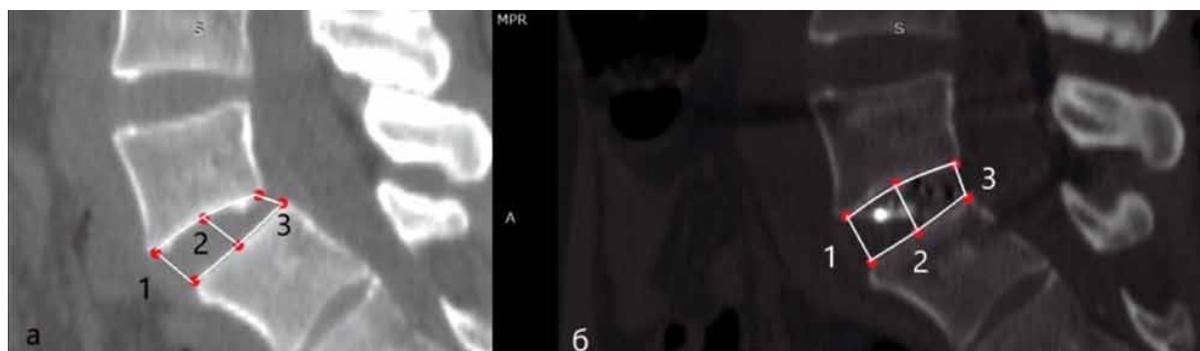


Рис. 1. Измерение величины межтелового промежутка до и после оперативного лечения.

а — до оперативного лечения, б — после; 1 — измерение по переднему краю замыкательных пластинок, 2 — по центру, 3 — по заднему краю.

Fig. 1. Measurement of the value of the interbody height before and after surgical treatment.

а — before surgery, б — after surgery; 1 — measurement at the anterior edge, 2 — center, 3 — posterior edge.



Рис. 2. Измерение площади поперечного сечения *m. psoas major*, межпозвоночного диска, степени жировой инфильтрации мышц.

Fig. 2. Measurement of cross-sectional area of *m. psoas major*, intervertebral disc, degree of fat infiltration of the muscles

Оценивали влияние на степень функциональной дезадаптации, оцененную по шкале Освестри, таких факторов как пол, наличие ожирения, курение, величина редукции позвонка, высота межтелового промежутка после операции, площадь поперечного сечения большой поясничной мышцы, степень жировой инфильтрации параспинальных мышц, способ доступа к осуществлению спондилодеза и установки винтов, а также данные о функциональном статусе пациентов до операции.

Сведения о поле, росте и весе, способе доступа были получены путем анализа историй болезни. Ожирением считали состояние, при котором индекс массы тела превышал 30. Величину редукции позвонка в процентном значении определяли по результатам контрольных рентгенограмм после хирургического лечения сравнивая с предоперационным исследованием.

Высоту межтелового промежутка измеряли в трех точках на сагиттальном срезе на компьютерных томограммах до и после операции: по переднему краю замыкательных пластинок, у заднего края, а также по центру между замыкательными пластинками. Среднее между данными величинами считали

значением высоты межтелового промежутка [18] (рисунок 1).

Основываясь на предыдущем исследовании Stanuszek A. и соавт., площадь поперечного сечения большой поясничной мышцы измеряли на уровне межпозвоночного диска L4-L5 с обеих сторон, вычисляли среднее арифметическое. Затем, измеряли площадь поперечного сечения межпозвоночного диска L4-L5 и вычисляли отношение размера поясничной мышцы к площади сечения межпозвоночного диска для учета конституциональных особенностей пациента [19].

Жировую инфильтрацию параспинальных мышц (*m. multifidus*, *m. erector spinae*) оценивали по шкале, адаптированной Кжаег Р. и соавт. [20] (рисунок 2).

Оценку влияния качественных критериев проводили в группах пациентов, разделенных по принципу наличия или отсутствия каждого из факторов. Проводили поиск корреляции между количественными факторами риска и исходами по шкале Освестри.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Jamovi версии 2.2.5. За уровень статистической значимости принимали значение $p < 0.05$.

Для определения нормальности распределения количественных показателей опирались на критерий Шапиро-Уилк, а также на графическое представление данных. Для представления количественных величин с нормальным распределением использовали среднее значение и указывали стандартное отклонение, для количественных величин с ненормальным распределением обозначали медиану и межквартильный размах. Для количественных данных для количественных данных с ненормальным распределением (процент редукции, остаточное смещение, смещение до операции, разница в показателях Освестри до и после вмешательства), а также для анализа ранговых величин (Освестри до/после операции) применяли критерий Манна-Уитни для несвязанных выборок и критерий знаковых рангов Уилкоксона для связанных выборок. Для построения корреляционной матрицы использовали критерий Спирмена.

Результаты

Степень функциональной дезадаптации, оцененная по шкале Освестри, значимо снижалась у пациентов после хирургического лечения. Так, медиана показателя до операции составила 33,0 (26,5)%, после — 4,0 (14,0)%. Разница составила 19,0 (22,0)% ($p < 0,001$) (таблица 1).

Таблица 1. Сравнение показателя по шкале Освестри после операции в группах, разделенных по качественному признаку.

Table 1. Comparison of Oswestry score after surgery in groups divided by nominal variables.

Характеристика	Освестри, %	p-value*
Ожирение		
ИМТ > 30 кг/м ²	14,0 (12,0)	0,044
ИМТ < 30 кг/м ²	4,0 (10,0)	
Курение		
Да	6,0 (12,0)	0,337
Нет	3,0 (13,0)	
Редукция позвонка		
Полная	6,0 (14,5)	0,589
Неполная	4,0 (11,0)	
Жировая дегенерация мышц		
1-я степень	10,5 (14,0)	0,111
Отсутствие жировой дегенерации	3,0 (8,0)	
Способ осуществления спондилодеза и фиксации		
Миниинвазивный	7,0 (13,5)	0,378
Открытый	4,0 (14,0)	

* использован критерий Манна-Уитни

Таблица 2. Корреляционная матрица зависимости функционального исхода после хирургического лечения от количественных критериев.

Table 2. Correlation matrix of functional outcome dependence after surgical treatment on measurement variables.

	Освестри до операции	Величина межтелового промежутка	Величина редукции	Величина большой поясничной мышцы
Освестри после операции	rho=0,418 p=0,003	rho=0,115 p=0,437	rho=0,006 p=0,967	rho=-0,327 p=0,023

Была установлена положительная корреляционная связь между степенью выраженности функциональной дезадаптации пациентов до операции и после операции ($\rho=0,418$; $p=0,003$) (таблица 2).

При оценке функционального статуса пациентов с ожирением и без, было подсчитано, что в группе пациентов с ИМТ > 30 кг/м², показатель по шкале Освестри после операции составлял 14,0 (12,0)%, в то время как в группе пациентов с ИМТ < 30 кг/м² — 4 (10,0)%. Была выявлена статистически достоверная разница между степенью функциональной дезадаптации пациентов с ожирением и без после хирургического лечения ($p=0,044$). Сравнение курящих и некурящих пациентов не продемонстрировало статистически значимой разницы показателя по шкале Освестри после операции ($p=0,337$). Оценка значимости способа доступа к осуществлению трансформинального спондилодеза и фиксации не выявила разницы между пациентами с миниинвазивным и открытым доступом ($p=0,378$).

Также не было выявлено корреляционной связи между величиной межтелового промежутка после хирургического лечения и показателем по шкале Освестри ($\rho=0,115$, $p=0,437$). Выявленные различия показателей функционального статуса в группах пациентов с полной редукцией позвонка и без неё были статистически недостоверными ($p=0,589$). Корреляционной связи величины редукции позвонка с показателем по шкале Освестри также выявлено не было ($\rho=0,006$, $p=0,967$).

При анализе жировой дегенерации мышц, было установлено, что у 28 пациентов (58,3 %) отмечалась 1-я степень жировой инфильтрации параспинальных мышц, 2 — й степени жировой инфильтрации выявлено не было. Медиана показателя по шкале Освестри в группе пациентов с жировой инфильтрацией составила 10,5 (14,0)%, в то время как без признаков жировой инфильтрации — 3 (8)%, однако, различия в показателях оказались статистически недостоверными ($p=0,111$).

Медиана относительной площади поперечного сечения большой поясничной мышцы составила 78,5 (27,3)%. Для выявления связи данной величины с клиническим исходом, была составлена корреляционная матрица зависимости относительной величины поперечного сечения m. psoas major и значения по шкале Освестри. Была обнаружена отрицательная корреляционная связь данных двух показателей ($\rho=-0,327$; $p=0,023$) (рисунок 3). Кроме того, мы отметили, что показатель имеет отрицательную корреляционную

связь с возрастом пациентов ($\rho = -0.562$, $p < 0.001$). При этом возраст напрямую слабо коррелирует с показателем по шкале Освестри ($\rho = 0.271$; $p = 0.063$).

Обсуждение

Основными проявлениями истмического спондилолистеза являются боль, неврологические расстройства, которые, в случае неэффективности консервативной терапии, являются показанием к хирургическому лечению. Однако лишь в 5,2 % случаев пациентам удается избавиться от боли полностью [21]. Многие исследователи ставили задачу установить причины сохранения боли в послеоперационном периоде и факторы, влияющие на функциональный исход. Однако, анализ работ показывает значительные противоречия в оценке влияния одних и тех же причин на течение послеоперационного периода. В данном исследовании мы ретроспективно оценили факторы, способные повлиять на степень выраженности нарушений функциональной адаптации у пациентов, прооперированных по единой методике.

Одним из факторов, показавших свое значение в нашем исследовании, стал функциональный статус пациентов до операции. Полученные данные позволяют говорить о положительной корреляционной связи данного показателя с функциональным исходом больных после операции ($\rho = 0,418$; $p = 0,003$). Эти результаты также подтверждались в ряде исследований исходов лечения дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника [22, 23]. Однако, нужно отметить, что среди пациентов с истмическим спондилолистезом влияние исходного функционального статуса на результат лечения остается малоизученным.

Многие авторы отмечают, что половая принадлежность может влиять на результаты хирургиче-

ского лечения. Так, полученные Kim G. U. и соавт. результаты демонстрируют более высокий риск неудовлетворительного исхода, при оценке по шкале Освестри, у пациентов женского пола. [6]. В то же время Athiviraham, A. и соавт., не выявили разницы в функциональных исходах хирургического лечения патологии поясничного отдела позвоночника у мужчин и женщин [5]. При изучении данного фактора в нашей работе, мы также не нашли статистически значимой разницы функциональных исходов у пациентов разного пола.

В настоящий момент проводится активное изучение влияния ожирения на степень функциональной адаптации и в целом на исход хирургического лечения пациентов со спондилолистезом поясничных позвонков. Ряд исследователей относят ожирение к одному из значимых факторов риска неблагоприятного исхода после хирургического лечения патологии позвоночника. В работе Chan A. K. и соавт., было установлено, что при лечении спондилолистеза у пациентов с ожирением отмечался меньший процент уменьшения выраженности клинической симптоматики [7]. Macki M. и соавт., подтвердили данное утверждение [8]. Напротив, в большом исследовании Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) было показано, что ожирение влияет лишь на исход консервативного лечения, в то время как на исход хирургического лечения пациентов со спондилолистезом не влияет [9]. Данной точки зрения придерживались и другие авторы [24, 25]. Полученные в нашем исследовании результаты продемонстрировали статистически значимое влияние ожирения ($p = 0,044$) на выраженность клинической симптоматики у пациентов с истмическим спондилолистезом после хирургического лечения.

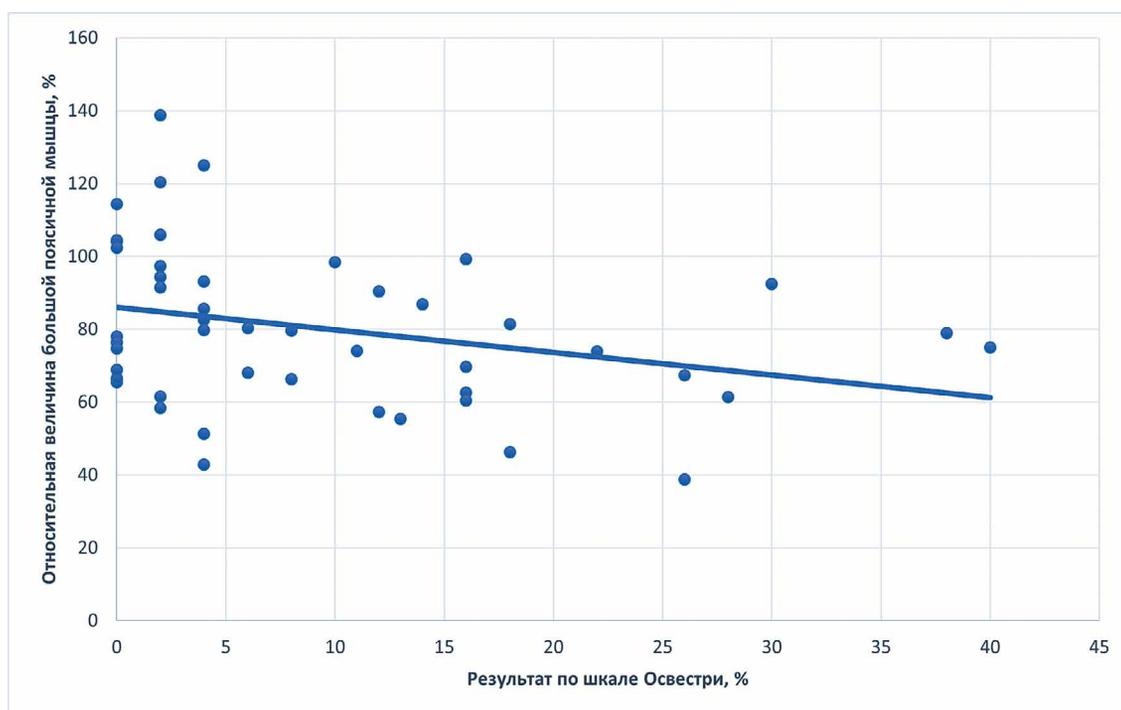


Рис. 3. Зависимость размеров большой поясничной мышцы и результата по шкале Освестри.

Fig. 3. The correlation between the size of the m. psoas major and the Oswestry scale result.

Еще одним часто обсуждаемым фактором, способным повлиять на результаты лечения, по мнению исследователей является курение. Так, Cobo S.J. и соавт., в своей работе показали, что курение влияет на степень выраженности боли после декомпрессиивно-стабилизирующих вмешательств, особенно при длительном наблюдении [10]. В то время, как по мнению Desai A. и соавт., данный фактор не играет роли в клиническом исходе после лечения пациентов со спондилолистезом [26]. В проведенном обзоре литературы Stienen M. и соавт., не смогли найти единую точку зрения о влиянии курения на клинические исходы [27]. В нашем исследовании мы не выявили связи курения и функционального исхода по шкале Освестри.

Одним из самых дискуссионных вопросов при хирургическом лечении истмических спондилолистезов низкой степени является необходимость редукции позвонка и её влияние на выраженность клинической симптоматики в послеоперационном периоде. По мнению Okuda S., Guan F. и соавт., уменьшение степени смещения позвонка положительно сказывается на функциональном исходе после операции [21, 28]. Однако, по мнению Hagenmaier H. и соавт., редукция позвонка не влияет на симптоматику после операции у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени [11]. Нужно отметить, что наблюдается недостаточное количество исследований высокой степени доказательности о влиянии редукции позвонка на клинические исходы. В нашей работе мы не выявили связи между величиной редукции позвонка и степенью функциональной дезадаптации.

Влияние изменения высоты межтелового промежутка на функциональные исходы после операции по поводу спондилолистеза в настоящее время остается малоизученным. Одной из немногих является работа Song X. и соавт., в которой исследователи установили, что несмотря на влияние высоты межтелового промежутка на рентгенологическую картину, данный параметр не влияет на степень функциональной дезадаптации пациентов после хирургического лечения [29]. В то же время Guan F. И соавт. утверждают, что восстановление высоты межтелового промежутка положительно влияет на степень функциональной дезадаптации пациентов с истмическим спондилолистезом после операции [21]. В нашей работе мы также не нашли достоверных данных о связи функционального исхода и высоты межтелового промежутка у пациентов с истмическим спондилолистезом после операции.

В настоящее время в литературе обсуждается влияние способа к осуществлению межтелового спондилодеза и фиксации на краткосрочные и долгосрочные результаты хирургического лечения патологии поясничного отдела позвоночника. Авторы, чаще всего, сходятся во мнении, что несмотря на лучшие результаты при применении миниинвазивной техники в ранние сроки после операции, при

длительном наблюдении различий между результатами хирургического лечения открытым и миниинвазивным способом нет [13, 14]. В нашем исследовании мы также не выявили значимой разницы между степенью функциональной дезадаптации пациентов, оперированных открытым и миниинвазивным способом.

Большое количество авторов обращают внимание на влияние жировой инфильтрации мышц спины, а также размера большой поясничной мышцы на функциональный исход оперативного лечения дегенеративной патологии позвоночника. Так, Stanuszek A. и соавт. в своей работе показали влияние размера большой поясничной мышцы на течение послеоперационного периода у пациентов с грыжами межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. По мнению авторов, относительный размер большой поясничной мышцы обратно пропорционален выраженности боли после хирургического лечения [12]. В свою очередь Wang W. и соавт. в своем исследовании показали отрицательное влияние наличия жировой инфильтрации параспинальных мышц на развитие нестабильности металлоконструкции у пациентов с дегенеративным сколиозом [30]. Нужно отметить, что в настоящий момент отсутствуют данные о влиянии состояния паравертебральных мышц на функциональный исход лечения пациентов со спондилолистезом. В нашей работе нам удалось установить отрицательную корреляционную связь размера большой поясничной мышцы на выраженность клинической симптоматики по шкале Освестри после хирургического лечения пациентов с истмическим спондилолистезом ($\rho = -0.327$ $p = 0,023$).

Ограничение исследования

По характеру исследования наша работа представляет собой ретроспективное моноцентровое наблюдение. Кроме того, необходимо принимать во внимание малый объем выборки. Также, следует отметить, что у пациентов, вошедших в исследование, не проводилось тестирование психического состояния под контролем профильного специалиста. Для повышения степени доказательности необходимо проведение мультицентрового проспективного исследования с большим количеством пациентов и обязательным включением психологического тестирования в объем предоперационного обследования.

Выводы

Проведенное ретроспективное исследование позволило выявить факторы, способные повлиять на функциональный статус пациентов после хирургического лечения истмического спондилолистеза низкой степени. Оказалось, что исходный функциональный статус, ожирение пациентов, а также относительный размер большой поясничной мышцы способны оказать статистически значимое влияние на функциональный исход после операции. Учитывая значимое влияние данных факторов, необходимо проведение беседы с пациентами и информирование их о том, что часть из них являются

модифицируемыми, а значит коррекция образа жизни, лечение ожирения высокой степени под контролем профильного специалиста могут существенно уменьшить степень функциональной дезадаптации после операции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики:

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study

ORCID авторов / ORCID of authors

Кинзягулов Булат Рустемович /
Bulat Rustemovich Kinzyagulov
<https://orcid.org/0000-0001-8736-2335>

Лебедев Валерий Борисович / Valeriy Borisovich Lebedev
<https://orcid.org/0000-0002-3372-2670>

Зуев Андрей Александрович / Andrey Alexandrovich Zuev
<https://orcid.org/0000-0003-2974-1462>

Литература

- Kalichman L, Li L, Hunter DJ, Been E. Association between computed tomography-evaluated lumbar lordosis and features of spinal degeneration, evaluated in supine position. *The Spine Journal*. 2011;11(4):308–315. doi:10.1016/j.spinee.2011.02.010
- Булатов А.В., Климов В.С., Евсюков А.В. Хирургическое лечение спондилолистезов низкой степени грации: современное состояние проблемы. «Хирургия позвоночника». 2016;13(3):68–77 [Bulatov A, Klimov V, Evsyukov A. Surgical treatment of low grade spondylolisthesis: the modern state of the problem. *Hirurgiâ pozvonočnika*. 2016;13(3):68–77 (In Russ.).] doi:10.14531/ss2016.3.68–77
- Cavalier R, Herman MJ, Cheung E v., Pizzutillo PD. Spondylolysis and Spondylolisthesis in Children and Adolescents: I. Diagnosis, Natural History, and Nonsurgical Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2006;14(7):417–424. doi:10.5435/00124635-200607000-00004
- Azizpour K, Schutte P, Arts MP, et al. Decompression alone versus decompression and instrumented fusion for the treatment of isthmic spondylolisthesis: a randomized controlled trial. *J Neurosurg Spine*. 2021;35(6):687–697. doi:10.3171/2021.1.SPINE201958
- Athiviraham A, Wali ZA, Yen D. Predictive factors influencing clinical outcome with operative management of lumbar spinal stenosis. *The Spine Journal*. 2011;11(7):613–617. doi:10.1016/j.spinee.2011.03.008
- Kim GU, Park J, Kim HJ, et al. Definitions of unfavorable surgical outcomes and their risk factors based on disability score after spine surgery for lumbar spinal stenosis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):288. doi:10.1186/s12891-020-03323-0
- Chan AK, Bisson EF, Bydon M, et al. Obese Patients Benefit, but do not Fare as Well as Nonobese Patients, Following Lumbar Spondylolisthesis Surgery: An Analysis of the Quality Outcomes Database. *Neurosurgery*. 2020;86(1):80–87. doi:10.1093/neuros/nyy589
- Macki M, Alvi MA, Kerezoudis P, et al. Predictors of patient dissatisfaction at 1 and 2 years after lumbar surgery. *J Neurosurg Spine*. 2020;32(3):373–382. doi:10.3171/2019.8.SPINE19260
- Rihn JA, Radcliff K, Hilibrand AS, et al. Does Obesity Affect Outcomes of Treatment for Lumbar Stenosis and Degenerative Spondylolisthesis? Analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(23):1933–1946. doi:10.1097/BRS.0b013e31825e21b2
- Cobo Soriano J, Sendino Revuelta M, Fabregate Fuente M, Cimarra Díaz I, Martínez Ureña P, Deglané Meneses R. Predictors of outcome after decompressive lumbar surgery and instrumented posterolateral fusion. *European Spine Journal*. 2010;19(11):1841–1848. doi:10.1007/s00586-010-1284-2
- Hagenmaier HF, Delawi D, Verschoor N, Oner FC, van Susante JL. No correlation between slip reduction in low-grade spondylolisthesis or change in neuroforaminal morphology and clinical outcome. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14(1):245. doi:10.1186/1471-2474-14-245
- Stanuszek A, Jędrzejek A, Gancarczyk-Urlik E, et al. Preoperative paraspinal and psoas major muscle atrophy and paraspinal muscle fatty degeneration as factors influencing the results of surgical treatment of lumbar disc disease. *Arch Orthop Trauma Surg*. Published online January 23, 2021. doi:10.1007/s00402-021-03754-x
- Rodríguez-Vela J, Lobo-Escolar A, Joven E, Muñoz-Marín J, Herrera A, Velilla J. Clinical outcomes of minimally invasive versus open approach for one-level transforaminal lumbar interbody fusion at the 3- to 4-year follow-up. *European Spine Journal*. 2013;22(12):2857–2863. doi:10.1007/s00586-013-2853-y
- Ganesan S, Jayabalan V, Kumar V, Kailash K. Clinical and Radiological Outcomes of Modified Mini-Open and Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: A Comparative Study. *Asian Spine J*. 2018;12(3):544–550. doi:10.4184/asj.2018.12.3.544
- Гуша А. О., Юсупова А. Р. Оценка исходов хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника. «Хирургия позвоночника». 2017;14(4):85–94 [Gushcha AO, Yusupova AR. Evaluation of outcomes of surgical treatment for degenerative diseases of the spine. *Hirurgiâ pozvonočnika*. 2017;14(4):85–94. (In Russ.).] doi:10.14531/ss2017.4.85–94
- Черепанов Е. А. Русская версия опросника оwestри: культурная адаптация и валидность. «Хирургия позвоночника». 2009;(3):093–098. [Cherepanov E.A. Russian version of the Oswestry disability index: cross-cultural adaptation and validity. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2009;3:093–098 (In Russ.).] doi:10.14531/ss2009.3.93–98
- Ulutaş M, Yaldız C, Seçer M, et al. Comparison of Wiltse and classical methods in surgery of lumbar spinal stenosis and spondylolisthesis. *Neurol Neurochir Pol*. 2015;49(4):251–257. doi:10.1016/j.pjnns.2015.06.005

18. Bach K, Ford J, Foley R, et al. Morphometric Analysis of Lumbar Intervertebral Disc Height: An Imaging Study. *World Neurosurg.* 2019;124: e106-e118. doi:10.1016/j.wneu.2018.12.014
19. Stanuszek A, Jędrzejek A, Gancarczyk-Urlik E, et al. Preoperative paraspinal and psoas major muscle atrophy and paraspinal muscle fatty degeneration as factors influencing the results of surgical treatment of lumbar disc disease. *Arch Orthop Trauma Surg.* Published online January 23, 2021. doi:10.1007/s00402-021-03754-x
20. Kjaer P, Bendix T, Sorensen JS, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Med.* 2007;5(1):2. doi:10.1186/1741-7015-5-2
21. Guan F, Yin H, Zhu L, et al. Risk factors of postoperative low back pain for low-grade isthmic spondylolisthesis: a retrospective study. *Journal of International Medical Research.* 2020;48(3):030006051989079. doi:10.1177/0300060519890791
22. Kim GU, Park J, Kim HJ, et al. Definitions of unfavorable surgical outcomes and their risk factors based on disability score after spine surgery for lumbar spinal stenosis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):288. doi:10.1186/s12891-020-03323-0
23. Aghayev E, Mannion AF, Fekete TF, et al. Risk Factors for Negative Global Treatment Outcomes in Lumbar Spinal Stenosis Surgery: A Mixed Effects Model Analysis of Data from an International Spine Registry. *World Neurosurg.* 2020;136: e270-e283. doi:10.1016/j.wneu.2019.12.147
24. Sielatycki JA, Chotai S, Stonko D, et al. Is obesity associated with worse patient-reported outcomes following lumbar surgery for degenerative conditions? *European Spine Journal.* 2016;25(5):1627–1633. doi:10.1007/s00586-016-4460-1
25. Divi SN, Goyal DKC, Galetta MS, et al. How Does Body Mass Index Influence Outcomes in Patients After Lumbar Fusion? *Spine (Phila Pa 1976).* 2020;45(8):555–561. doi:10.1097/BRS.0000000000003313
26. Desai A, Ball PA, Bekelis K, et al. Surgery for Lumbar Degenerative Spondylolisthesis in Spine Patient Outcomes Research Trial. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(5):406–413. doi:10.1097/BRS.0b013e3182349bc5
27. Stienen M, Richter H, Prochnow N, Schnakenburg L, Gautschi O. Beeinflusst Rauchen Rückenschmerzen und spinale Operationsergebnisse? *Z Orthop Unfall.* 2011;149(03):317–323. doi:10.1055/s-0030-1270706
28. Okuda S, Oda T, Yamasaki R, Haku T, Maeno T, Iwasaki M. Posterior lumbar interbody fusion with total facetectomy for low-dysplastic isthmic spondylolisthesis: effects of slip reduction on surgical outcomes. *J Neurosurg Spine.* 2014;21(2):171–178. doi:10.3171/2014.4.SPINE.13925
29. Song X, Ren D, Wu D, Zhang F, Han S, Wang J. Transforaminal lumbar interbody fusion with reduction of slippage of vertebrae for isthmic lumbar spondylolisthesis: Unilateral versus bilateral interbody fusion. *Clin Neurol Neurosurg.* 2021;203:106588. doi:10.1016/j.clineuro.2021.106588
30. Wang W, Li W, Chen Z. Risk factors for screw loosening in patients with adult degenerative scoliosis: the importance of paraspinal muscle degeneration. *J Orthop Surg Res.* 2021;16(1):448. doi:10.1186/s13018-021-02589-x