

На правах рукописи

КИНЗЯГУЛОВ

Булат Рустемович

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ
С ИСТМИЧЕСКИМ СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ НИЗКОЙ СТЕПЕНИ

3.1.10. Нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Зуев Андрей Александрович

Официальные оппоненты:

Климов Владимир Сергеевич

доктор медицинских наук,

Частное учреждение здравоохранения «Клиническая больница «РЖД-Медицина» города Тула», «Центр лечения боли», врач-нейрохирург

Гизатуллин Шамиль Хамбалович

доктор медицинских наук,

ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, нейрохирургический центр, начальник центра

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___» _____ 2024 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.031.01, созданного на базе ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко Минздрава России по адресу: 125047, Москва, 4-я Тверская-Ямская, д. 16

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России и на сайте Центра <http://www.nsi.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 202 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.1.031.01

доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности темы

Истмический спондилолистез – патологический процесс, при котором происходит смещение одного позвонка по отношению к другому вследствие спондилолиза – дефекта (одно- или двухстороннего) межсуставной части дуги позвонка (Kalichman L. et al., 2009; Warner W.C. et al., 2017). Согласно проведенному статистическому анализу истмический спондилолистез диагностируется у 3,7% людей в популяции (Burton M.R et al., 2021).

Большинство авторов к главным задачам хирургии при спондилолистезе относят восстановление стабильности позвоночника, устранение компрессии нервно-сосудистых образований позвоночного канала, коррекцию сагиттального дисбаланса. Наиболее распространенными операциями при истмических спондилолистезах являются вмешательства с применением фиксирующих систем. Несмотря на широкое использование фиксации, в литературе до сих пор нет единого мнения относительно преимуществ данного типа лечения, выступают за применение транспедикулярных фиксаторов – как за один из факторов, увеличивающих скорость формирования костного блока, а также говорят о лучших клинических исходах после проведения подобных оперативных вмешательств (Möller H. et al., 2000; France J.C. et al., 1999; McGuire R.A., 1993; Thomsen K. et al., 1997; Bridwell K.H. et al., 1993). Однако данных о других факторах, способных повлиять на формирование костного блока и функциональные исходы после операций по поводу истмического спондилолистеза, в мировой литературе недостаточно.

Важной составной частью глобального сагиттального баланса является позвоночно-тазовое соотношение. Некоторые авторы считают, что целью редукции позвонка является восстановление позвоночно-тазового соотношения, показывая в своих исследованиях, что редукция позвонка значительно улучшает параметры сагиттального баланса как в раннем послеоперационном периоде, так и при длительном наблюдении (Hresko M.T. et al., 2009; Schlösser T.P.C. et al., 2021).

Было опубликовано несколько работ, посвященных сравнению групп пациентов с редукцией смещенного позвонка и без, по результатам которых авторы приходили к выводу, что операции, проведенные с редукцией позвонка, не имеют преимуществ перед теми, когда фиксация проводилась без попытки уменьшения степени смещения позвонка (Poussa M. et al., 1993; Muschik M. et al., 1997; Булатов А.В., 2016).

Таким образом, определение важности редукции сместившегося позвонка, оценка необходимости учета параметров позвоночно-тазового соотношения в лечении пациентов с истмическим спондилолистезом, выделение главных факторов неблагоприятного клинико-рентгенологического исхода и отсутствие единых подходов в мировой литературе по этим вопросам явились поводом для проведения данного исследования.

Цель исследования

Усовершенствовать тактику хирургического лечения пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени на основании оценки функциональных и рентгенологических исходов, а также особенностей параметров сагиттального профиля.

Задачи исследования

1. Оценить значение параметров сагиттального профиля у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени.
2. Определить факторы, способные повлиять на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени.
3. Оценить влияние редукции позвонка на изменения сагиттального профиля, формирование костного блока и на функциональные исходы у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени.
4. Выявить факторы, влияющие на функциональный исход после операции у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени.
5. На основании выявленных факторов неблагоприятного исхода

разработать алгоритм персонализированного подхода к тактике периоперационного ведения пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени.

Научная новизна

Проведено сравнение отдельных параметров сагиттального баланса у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени и здоровым населением по данным разных авторов.

Оценены изменения параметров сагиттального профиля у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени после трансфораминального межтелового спондилодеза с четырехвинтовой ригидной фиксацией и редукцией смещенного позвонка.

Впервые выявлены факторы, влияющие на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени через 12 месяцев после операции.

Определены факторы, влияющие на функциональный исход в отдаленном периоде после операции по поводу истмического спондилолистеза низкой степени.

Проанализировано влияние редукции позвонка на параметры сагиттального баланса, формирование костного блока, а также на функциональные исходы после операции.

Практическая значимость

На основании оценки результатов проведенной работы определена роль курения, ожирения, длительного приема нестероидных противовоспалительных средств, состояния паравертебральных мышц, исходного функционального статуса для клинико-рентгенологических исходов лечения.

Показано, что проведение редукции позвонка у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени не влияет на формирование костного блока, функциональные исходы после операции, а также значимо не влияет на

позвоночно-тазовое соотношение.

Исходя из определения факторов неблагоприятных исходов, предложены методы для уменьшения значимости некоторых из них.

В результате проведенной работы доказана эффективность хирургического лечения истмического спондилолистеза низкой степени.

Внедрение в практику

Результаты выполненного исследования используются в клинической практике отделения нейрохирургии ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России и в процессе преподавания курсантам послевузовского обучения на кафедре нейрохирургии ИУВ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

Основные положения, выносимые на защиту

1. У пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени показатели глобального сагиттального профиля являются сбалансированными, а все отклонения не имеют значимых отличий от вариантов нормативных показателей.

2. Факторы, способные повлиять на формирование костного блока через 12 месяцев после хирургического лечения пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени: длительное употребление нестероидных противовоспалительных средств, курение, ожирение.

3. Факторы, влияющие на функциональные исходы после хирургического лечения пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени: ожирение, состояние паравертебральных мышц, исходный функциональный статус пациента.

Личный вклад соискателя

Автор провел аналитический обзор русской и англоязычной литературы по проблемам истмического спондилолистеза, выполнил ретроспективный сбор

материала, систематизировал клинические наблюдения, осуществил их анализ и интерпретировал полученные данные, после чего сформулировал и обосновал выводы и практические рекомендации, а также непосредственно участвовал в лечении большинства пациентов, рассматриваемых в данной диссертационной работе, и подготовке публикаций по результатам диссертации.

Апробация диссертации

Основные положения диссертации были представлены в виде устных докладов на: XI съезде Российской Ассоциации хирургов-вертебрологов (Нижний Новгород, 2021), XXII Всероссийской конференции с международным участием «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2022), I Съезде травматологов-ортопедов Приволжского федерального округа (Нижний Новгород, 2022), Всероссийском нейрохирургическом форуме (Москва, 2022), Конференции нейрохирургов Приволжского федерального округа (Чебоксары, 2022), Третьем Сибирском Нейрохирургическом Конгрессе (Новосибирск, 2022), а также обсуждены на заседании кафедры нейрохирургии ИУВ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России 28.06.2022 (протокол № 87).

Публикации

По результатам проведенной работы опубликовано 10 работ, из них 3 статьи – в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ (2 из них – в журналах, также индексируемых в международных базах данных Scopus), 1 - патент на изобретение № 2777246 С1. МПК А61В 17/56, А61В 17/70), 6 – в виде статей в журналах и тезисов в сборниках материалов российских и зарубежных конференций, конгрессов и съездов.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы,

включающего 14 отечественных и 174 зарубежных источников, 3 приложений. Диссертация изложена на 108 страницах машинописного текста, иллюстрирована 8 таблицами и 29 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы

Для достижения цели и выполнения задач диссертационного исследования было спланировано и осуществлено ретроспективное когортное клиническое исследование. Блок-схема отбора пациентов для исследования представлена на рисунке 1.

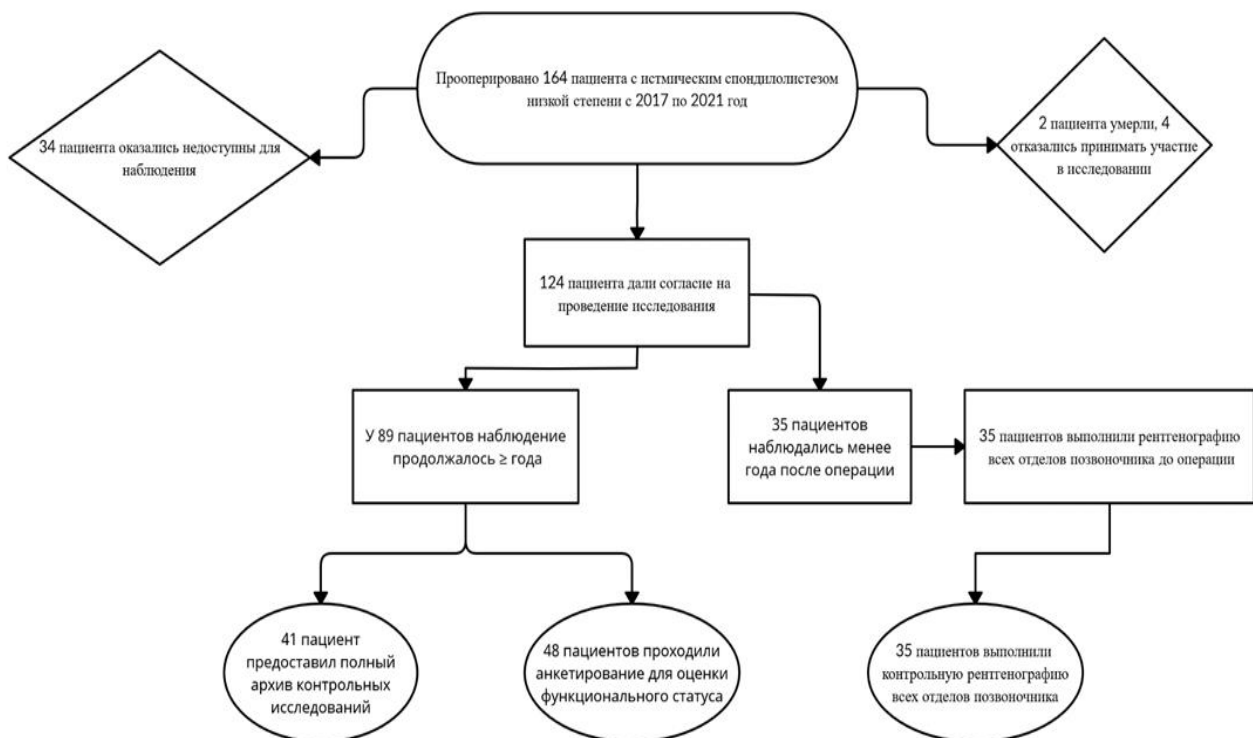


Рисунок 1 – Блок-схема отбора пациентов для трех этапов исследования

Критерии включения: подписанное информированное согласие на участие в исследовании, диагностированный истмический спондилолистез одного позвонка, проведенное хирургическое лечение – трансфораминальный межтеловой спондилодез с короткоуровневой ригидной фиксацией, отсутствие показаний к хирургическому лечению патологии позвоночника на других

сегментах, минимальное время наблюдения после оперативного вмешательства – 3 месяца.

Критерии исключения: тяжелая сопутствующая патология и некомпенсированное течение хронических заболеваний, сколиотическая деформация $>10^\circ$ по Коббу, латеральные смещения позвонка, наличие аномалий развития (*spina bifida*), ранее выполненное хирургическое лечение патологии позвоночника.

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

Возраст пациентов варьировался от 18 до 75 лет и в среднем составил $47,2 \pm 11,9$ года. Среди пациентов преобладали женщины – 70 (56,5%) пациентов.

Все пациенты поступали в плановом порядке, после амбулаторно выполненного предоперационного обследования. Пациенты с тяжелой сопутствующей патологией, некомпенсированным течением хронических заболеваний были выявлены на амбулаторном этапе и не включены в данное исследование. Всем пациентам до момента госпитализации проводилась комплексная консервативная терапия минимум 3 месяца, с минимальным и нестойким положительным эффектом.

В объем субъективного исследования входило изучение жалоб пациента, анамнеза заболевания (время с начала заболевания, характер течения, проводимое лечение на догоспитальном этапе), а также сбор необходимых данных о возрасте, профессии, сопутствующих и перенесенных заболеваниях и травмах.

Оценка интенсивности боли проводилась с использованием визуальной аналоговой шкалы. При поступлении пациента в стационар, а также при контрольном посещении минимум через 12 месяцев после операции проводилось анкетирование в целях оценки степени нарушений жизнедеятельности по шкале Освестри (*Oswestry Disability Index*). Для субъективной оценки исходов хирургического лечения была использована модифицированная шкала Макнаб (Черепанов Е.А. и соавт., 2009; Гуца А.О. и

соавт., 2017; Fairbank J.C.T. et al., 2000).

Обзорная рентгенография поясничного отдела позвоночника была выполнена всем 124 (100%) пациентам. При спондилографии в прямой проекции мы выявляли деформации. При наличии у пациента сколиотической деформации $>10^\circ$ по Коббу его исключали из исследования. Также обращали внимание на имеющиеся аномалии развития (*spina bifida*) и латеральные смещения позвонков. Главным параметром, который мы изучали при спондилографии в боковой проекции, является степень смещения позвонка.

Кроме того, 35 (28,2%) пациентам была выполнена постуральная рентгенография всех отделов позвоночника до и через 3 месяца после хирургического лечения. Измерения рентгенологических данных проводили с помощью программного обеспечения Surgimap v.2.3.2.1. Расчет данных включал глобальные параметры: сагиттальную вертикальную ось (SVA) и шейно-тазовый угол (CPA); регионарные параметры – поясничный лордоз и грудной кифоз (ТК), особое внимание уделяли измерению верхней (L1–L4) и нижней (L4–S1) дуг поясничного лордоза, вычисляя для каждого пациента дооперационный и послеоперационный индекс распределения лордоза (*lordosis distribution index* – LDI). Также измеряли величину тазовых параметров: рассчитывали угол наклона крестца (SS), наклон таза (PT), тазовый индекс; измеряли локальный пояснично-крестцовый угол (угол между линией, проходящей через задний край тела S1 позвонка и нижней замыкательной пластинкой L5 позвонка, LSA – *lumbo-sacral angle*) и угол смещения позвонка (угол по Коббу между нижней замыкательной пластинкой L5 позвонка и верхней замыкательной пластинкой S1 позвонка).

Компьютерная томография является важным инструментом в диагностике, предоперационном планировании и динамическом наблюдении пациентов с истмическим спондилолистезом. В нашем исследовании мы применяли её для уточнения характера дефекта межсуставной части дуги позвонка (у всех 124 (100%) пациентов отмечался двухсторонний дефект межсуставной части дуги позвонка), а также для исключения признаков диспластического спондилолистеза (куполообразная форма замыкательной пластинки S1 позвонка,

наличие дефекта задних отделов позвонка вне межсуставной части дуги).

В ходе предоперационного планирования использовали томограммы для расчета теоретической длины транспедикулярных фиксаторов, а также размеров межтелового имплантата.

Плотность костной ткани определяли, используя предоперационные данные компьютерной томографии. На срезах в аксиальной проекции определяли единицы Хаунсфилда на уровне ножек дуг позвонков, в нижней четверти тела вышележащего и верхней четверти нижележащего позвонков, используя программное усреднение по срезу. Среднюю величину между измерениями принимали как отражение плотности костной ткани у пациента.

Проведение магнитно-резонансной томографии является вспомогательным методом для диагностики истмического спондилолистеза. В нашем исследовании она была выполнена у 106 (85,5%) пациентов. Данный метод позволяет на этапе амбулаторного приема исключить наличие объемных образований, воспалительных изменений, оценить степень дегенеративно-дистрофических изменений других сегментов позвоночника.

В нашем исследовании в 48 (38,7%) случаях оценивали состояние паравертебральной мускулатуры пациентов по результатам предоперационной магнитно-резонансной томографии. Основываясь на предыдущих исследованиях, площадь поперечного сечения большой поясничной мышцы измеряли на уровне межпозвонкового диска L4–L5 с обеих сторон, вычисляли среднее арифметическое. Затем измеряли площадь поперечного сечения межпозвонкового диска L4–L5 и вычисляли отношение размера поясничной мышцы к площади сечения межпозвонкового диска для учета конституциональных особенностей пациента (Stanuszek A. et al., 2021). Жировую инфильтрацию параспинальных мышц (*m. multifidus*, *m. erector spinae*) оценивали по шкале, адаптированной Kjaer P. et al., 2007.

Всем пациентам выполняли декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства с трансфораминальным межтеловым спондилодезом и полной или частичной нефорсированной редукцией смещенного позвонка из

миниинвазивного или открытого доступа.

Под эндотрахеальным наркозом, в положении пациента на животе осуществляли задний параспинальный межмышечный или срединный оперативный доступ к пораженному позвоночно-двигательному сегменту (Ulutaş M. et al., 2015). Разрез выполняли в 3–4 см от средней линии со стороны наиболее выраженного болевого синдрома либо по средней линии. Использовали систему миниинвазивных тубулярных расширителей различных производителей в случае малоинвазивного доступа по Wiltse. Посредством последовательной миодилатации или скелетизации осуществляли доступ к межпозвонковому суставу, межсуставной части дуги позвонка. Далее выполняли флюороскопический контроль анатомической локализации. Дальнейшие этапы оперативного вмешательства проводили под контролем операционного микроскопа. С помощью костных кусачек либо высокооборотистой дрели с диаметром бура от 1 до 5 мм удаляли нижний суставной отросток, часть верхнего суставного отростка до верхней границы ножки нижележащего позвонка. Все удаленные костные фрагменты сохраняли и использовали для межтелового спондилодеза. С использованием микрохирургического инструментария производили удаление желтой связки, диссекцию дурального мешка и двух корешков спинномозговых нервов (проходящего и выходящего). Через безопасную зону (снизу и медиально проходящий нервный корешок, сверху и латерально выходящий нервный корешок) с помощью конхотомов и ложечек выполняли удаление межпозвонкового диска и проводили подготовку замыкательных пластин, после чего производили подбор дистрактора (от 6 до 15 мм) и его установку. Благодаря увеличению межтелового промежутка, выполненной декомпрессии и дистракции смещенного позвонка меняли угол его смещения, и позвонок становился более мобильным. Одновременно с этим выполняли введение транспедикулярных винтов через ножки дужек в тела соответственно смещенного и нижележащего позвонков на стороне, противоположной стороне трансфораминального межтелового спондилодеза. Подбор размера винта проводили до операции посредством измерения

оптимальной траектории его введения через ножку позвонка с помощью данных компьютерной томографии.

Выполняли фиксацию предвыогнутого стержня длиной 40–45 мм в головке нижележащего винта, после чего производили фиксацию с одновременной редукцией положения смещенного позвонка путем «подтягивания» позвонка к фиксированному предвыогнутому стержню (патент на метод нефорсированной редукции № 2777246). Выполненную коррекцию подтверждали флюороскопически.

После извлечения дистрактора выполняли межтеловой спондилодез. Для этого использовали межтеловые полиэфирэфиркетонные имплантаты, длину которых вычисляли, анализируя максимальный и минимальный диаметры замыкательных пластин смежных позвонков, высоту подбирали с учетом величины используемого дистрактора (8–14 мм). В качестве наполнения использовали аутокость, полученную в ходе фасетэктомии. Производили установку транспедикулярных винтов на стороне межтелового спондилодеза. Сначала фиксировали нижний позвонок, а затем редуцировали остаточное смещение за счет «подтягивания» позвонка к фиксированному предвыогнутому стержню, как описывалось выше. В последнюю очередь выполняли компрессию системы, позволяющую задать оптимальные анатомические взаимоотношения в фиксированных позвонках. Положение межтелового имплантата и транспедикулярной системы, а также оценку выполненного вправления позвонка подтверждали флюороскопически. Рану ушивали стандартным способом.

Для изучения особенностей сагиттального баланса у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени до и после хирургического лечения на первом этапе были отобраны 35 пациентов, средний возраст которых составил $45,4 \pm 13,6$ года. У всех пациентов отмечалось смещение L5 позвонка. Дополнительным критерием включения на данном этапе было наличие постуральной рентгенографии всех отделов позвоночника до и через 3 месяца после операции.

Для оценки особенностей параметров пациентов с истмическим

спондилолистезом низкой степени до операции проводили сравнение вышеперечисленных измерений с показателями сагиттального баланса, приведенными в исследованиях асимптомных когорт пациентов различных авторов (Hasegawa K. et al., 2016; Roussouly P. et al., 2005; Boulay C. et al., 2006).

Через 3 месяца после операции проводили повторные измерения всех параметров и поиск корреляционной связи между выявленными изменениями.

Клинические наблюдения, отобранные для изучения факторов, влияющих на формирование костного блока, были проанализированы на втором этапе исследования. Дополнительными критериями отбора стали наличие архива инструментальных методов исследования и катамнез в течение 12 месяцев после хирургического лечения. Средний возраст пациентов составил $48,8 \pm 13,6$ года. У 39 (95%) пациентов отмечалось смещение L5 позвонка, у 2 (5%) – смещение L4 позвонка. Степень смещения оценивалась по данным рентгенографии согласно классификации Меердинга: 1-я степень – у 16 (39%) пациентов, 2-я степень – у 25 (61%).

Через 12 месяцев после операции проводили оценку формирования костного блока по данным компьютерной томографии и согласно модифицированной шкале Christensen, где 1-й степени соответствовали костные мостики между телами позвонков, занимающие $>30\%$ площади замыкательных пластинок, 2-й степени – менее 30%, 3-й степени – отсутствие костных мостиков, без признаков разряжения кости, 4-й степени – отсутствие костных мостиков с имеющимися признаками разряжения кости, 5-й степени соответствовал псевдоартроз (кистозные полости, краевое разряжение кости вокруг фиксирующей системы и межтелового имплантата).

Анализ влияния факторов проводили в двух группах пациентов, выделенных по признаку формирования костного блока. К 1-й группе относили пациентов с А1, А2 степенью формирования блока по Christensen, ко 2-й – А3, А4, А5.

Оценивали влияние пола, возраста, наличия ожирения, курения, длительного приема нестероидных противовоспалительных средств (НПВС),

величины остаточного смещения позвонка после операции, высоты межтелового промежутка после операции, плотности костной ткани, коэффициентов наполнения транспедикулярным винтом тела и ножек позвонка на формирование костного блока.

Данные пола, возраста, роста и веса были получены путем анализа историй болезни. Ожирением считали состояние, при котором индекс массы тела (ИМТ) превышал 30 кг/м^2 . Анализ длительности приема НПВС проводили через 12 месяцев наблюдения, длительным считали прием >3 месяцев.

Высоту межтелового промежутка измеряли в трех точках на компьютерной томографии на сагиттальном срезе 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 (Bach K. et al., 2019).

Индекс наполнения транспедикулярным винтом ножек позвонка и относительную длину винта в теле позвонка измеряли по результатам послеоперационных данных компьютерной томографии. Относительную длину винта рассчитывали как процентное отношение длины установленного винта к максимально возможной длине на аксиальных изображениях. Индекс наполнения ножки позвонка рассчитывался путем измерения диаметров ножки позвонка и установленного винта с дальнейшим вычислением разности квадратов данных величин (Otsuki B. et al., 2021).

Для оценки факторов, способных повлиять на степень выраженности нарушений функциональной адаптации у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени после хирургического лечения, на третьем этапе исследования были отобраны 48 пациентов. Дополнительным критерием включения было наличие катамнеза 12 месяцев и более после хирургического лечения с проведением анкетирования по шкалам Освестри и Макнаб. Средний возраст пациентов в данной группе составил $46,9 \pm 10,3$ года. У 42 (87,5%) пациентов отмечалось смещение позвонка L5, у 5 (10,4%) – L4, у 1 (2,1%) – L3. Первая степень смещения позвонка наблюдалась у 18 (37,5%) пациентов, вторая

степень – у 30 (62,5%). Медиана длительности наблюдения за пациентами составила 25,5 (18,3) месяцев.

Оценивали влияние на степень функциональной дезадаптации таких факторов, как пол, ожирение, курение, величина редукции позвонка, высота межтелового промежутка после операции, площадь поперечного сечения большой поясничной мышцы, степень жировой дегенерации параспинальных мышц, а также данные о функциональном статусе пациентов до операции.

Оценку влияния качественных критериев проводили в группах пациентов, разделенных по принципу наличия или отсутствия каждого из вышеперечисленных факторов. Проводили поиск корреляции между количественными факторами риска и исходами по шкале Освестри. Кроме того, проводили межгрупповой анализ на основании результатов по модифицированной шкале Макнаб.

Анализ полученных данных и проверку гипотез проводили различными методами медицинской дескриптивной и индуктивной статистики. Все вычисления выполняли на персональном компьютере с операционной системой Microsoft Windows 11, с помощью программ Microsoft Office 365 Excel и Jamovi версии 2.2.5. В проведенном исследовании были использованы количественные, качественные и порядковые (ранговые) данные.

Для анализа нормальности распределения количественных величин опирались на критерий Шапиро–Уилка, а также графическое представление данных. Для представления количественных данных с нормальным распределением применяли среднее значение и указывали стандартное отклонение. Для количественных величин с ненормальным распределением обозначали медиану и межквартильный размах. Для сравнения количественных данных с нормальным распределением в независимых группах использовали *t*-критерий Стьюдента, для количественных данных с ненормальным распределением, а также для анализа ранговых величин в независимых выборках применяли критерий Манна–Уитни.

Для сравнения количественных переменных с ненормальным

распределением в более чем двух группах задействовали критерий Краскелла–Уоллиса, с нормально распределенными данными – критерий Ньюмена–Кейлса. При анализе качественных данных в независимых выборках использовали критерий χ^2 . В целях оценки изменений параметров радиологических измерений в динамике до и после оперативного вмешательства использовали критерий знаковых рангов Уилкоксона, а для оценки разницы ранговых значений – критерий Мак–Немара.

Для оценки наличия связи количественных данных применяли методики корреляционного анализа, а именно, изучали коэффициенты Спирмена для величин с ненормальным распределением и Пирсона – для количественных данных с нормальным распределением. Для определения порогового значения для бинарного исхода использовали анализ ROC – кривых и определяли Positive Predictive Value (PPV).

Для проведения многофакторного анализа с бинарным исходом использовали методы бинарной логистической регрессии. С целью определения степени увеличения шанса неблагоприятного исхода для отдельно взятых факторов использовали отношение шансов – odds ratio (OR). Определяли также величину дисперсии выборки для объяснения потенциальной доли исхода, учитывая применение прогностической модели сочетания факторов. Долю дисперсии отражали с помощью коэффициента Найджелкерка (R²N).

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В группе пациентов, отобранных для изучения параметров сагиттального профиля, величина смещения позвонка составила в среднем $10,4 \pm 4,9$ мм. Угол смещения – $6,2 \pm 5,86^\circ$, при этом значение локального показателя LSA составило 117° (10,9). Высота межтелового промежутка на уровне смещенного позвонка в среднем была равна $4,2 \pm 1,95$ мм. Невысокие значения угла смещения и показателя локального пояснично-крестцового угла объясняются низкой степенью смещения позвонка в изученной группе пациентов. Оказалось, что в исследуемой группе выявлено 12 (34,3%) пациентов со вторым типом по SDSG

и 23 (65,7%) – с третьим типом по Spinal Deformity Study Group (SDSG). При этом стоит отметить, что в нашем исследовании не было отмечено пациентов с первым типом по SDSG, где PI (крестцово-тазовый угол) $<45^\circ$. Среднее значение SVA составило $9,55 \pm 29,2$ мм. Значение параметра свидетельствует о скомпенсированном характере глобального сагиттального баланса. Данное наблюдение подтверждается значением CPA в $17,9 \pm 6,51^\circ$, что также не превышает допустимых значений.

Среднее значение поясничного лордоза (LL) в нашей группе составило $64,4 \pm 10,2^\circ$, при этом в подгруппе со вторым типом по SDSG поясничный лордоз в среднем был равен $57,5 \pm 11,0^\circ$, а в группе с третьим типом – $68,2 \pm 53,5^\circ$. Статистический анализ не позволил выявить значимого отличия ($p=0,586$).

Анализируя показатель поясничного лордоза в исследуемой группе, нужно отметить, что, несмотря на высокое значение данного параметра по сравнению с группой асимптомных пациентов, значимое отклонение отсутствовало. Также оказалось, что средняя величина верхней дуги лордоза составляла $19,9 \pm 15,0^\circ$, в то время как нижней дуги – $46,9 \pm 3,01^\circ$.

В то же время в нашем исследовании средний показатель ТК составлял $31,3 \pm 13,5^\circ$, при этом в группе пациентов со вторым типом по SDSG – $30,3 \pm 7,0^\circ$, а с третьим типом – $31,6 \pm 5,16^\circ$ ($p=0,854$). Высокие показатели поясничного лордоза и низкие показатели грудного кифоза могут свидетельствовать о более значимой роли тазовых параметров в компенсации сагиттального дисбаланса.

При изучении величин позвоночно-тазового соотношения мы отметили значимо более высокие значения PI, PT, SS в группе пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени, соответствующие таковым значениям асимптомных пациентов с 4-м морфотипом глобального сагиттального профиля по Roussoly. Скомпенсированный характер изменений подтверждается оценкой несоответствия PI–LL, при которой мы не выявили превышения границ в $\pm 10^\circ$ (среднее значение в нашем исследовании составило $1,2 \pm 9,35^\circ$).

При исследовании связи между параметрами глобального и регионарного сагиттального баланса мы выявили наличие обратной корреляционной связи

между PT и LSA ($\rho=-0,521$; $p=0,006$), PI и LSA ($\rho=-0,631$; $p<0,001$), SS и LSA ($\rho=-0,446$; $p=0,022$), прямой корреляционной связи между PI и LL ($\rho=0,629$; $p<0,001$). Значимой корреляционной связи между SVA и показателями тазового баланса выявлено не было.

В исследуемой группе пациентов парциальную или полную редукцию позвонка удалось достичь у всех 35 пациентов. Величина смещения позвонка после операции составила в среднем $3,72\pm 3,63$ мм, при этом угол смещения – $2,1\pm 1,3^\circ$. Различия в обоих показателях оказались статистически значимыми ($p=0,006$ и $p=0,042$ соответственно). Стоит обратить внимание на то, что значение локального показателя LSA после операции составило $92\pm 11,6^\circ$, а изменение оказалось статистически значимым ($p=0,041$).

Среднее значение LL после операции в группе пациентов со вторым типом по SDSG составило $61,5\pm 16,0^\circ$, а с третьим типом – $66,8\pm 25,2^\circ$, в то время как ТК у пациентов со вторым типом – $32,9\pm 8,39^\circ$, с третьим типом – $33,6\pm 7,26^\circ$. Отмечено, что среди пациентов со вторым типом истмического спондилолистеза по SDSG наблюдается тенденция к увеличению показателя поясничного лордоза, в то время как у пациентов с третьим типом – уменьшение. При этом величина грудного кифоза в обеих группах практически не меняется. Однако данные параметры не демонстрируют статистической значимости изменений по сравнению с дооперационными показателями ($p=0,479$; $p=0,829$; $p=0,856$; $p=0,912$ соответственно).

Через год после оперативного вмешательства по поводу истмического спондилолистеза 1-я степень формирования костного блока (Christensen A1) отмечалась в 22 случаях, у 11 пациентов – формирование костного блока 2-й степени (Christensen A2). Среди пациентов с несформированным костным блоком распределение было следующим: у 4 пациентов отмечалось отсутствие костного блока без признаков разряжения кости (Christensen A3), у 2 (Christensen A4) – признаки разряжения кости в области замыкательных пластин, у 2 (Christensen A5) – признаки псевдоартроза.

Пациенты были распределены в группы в зависимости от наличия или

отсутствия костного блока. Первая группа (Christensen A1, A2) включала в себя 33 пациента (11 мужчин, 22 женщины) в возрасте $48,5 \pm 14,2$ лет, вторая группа (Christensen's A3, A4, A5) – 8 пациентов (5 мужчин, 3 женщины) в возрасте $48,9 \pm 11,1$ лет.

При анализе демографических характеристик пациентов, влияния пола и возраста не было подтверждено статистическим анализом (Таблица 1). Среди пациентов 1-й группы курящими оказались 6 (18,2%) пациентов, во 2-й группе – 4 (50,0%). Несмотря на превосходящее отношение курящих пациентов к некурящим во 2-й группе по сравнению с 1-й, различие при однофакторном анализе оказалось статистически незначимым ($p=0,060$). Количество пациентов с ожирением в 1-й группе составило 8 (24,2%) человек, во 2-й группе – 5 (62,5%). Статистический анализ подтвердил значимость данного фактора ($p=0,037$). Среди пациентов со сформированным костным блоком 8 (24,2%) пациентов применяли НПВС более трех месяцев после оперативного вмешательства, среди пациентов с несформированным костным блоком – 6 (75%). Различие данных показателей оказалось статистически значимым ($p=0,007$).

Таблица 1 – Демографические характеристики и факторы, не связанные с хирургическим вмешательством

Факторы	Группа 1	Группа 2	<i>p</i> -value
Пол	11 М, 22 Ж	5 М, 3 Ж	0,129*
Возраст, лет	$48,5 \pm 14,2$	$48,9 \pm 11,1$	0,943**
Ожирение	8 (24,2%)	5 (62,5%)	0,037*
Курение	6 (18,2%)	4 (50,0%)	0,060*
Длительное использование НПВС	8 (24,2%)	6 (75,0%)	0,007*

*Использован критерий χ^2

**Использован критерий Стьюдента

При изучении плотности кости пациентов обеих групп, а также высоты межтелового промежутка после операции, относительной длины транспедикулярного винта, индекса наполнения ножки позвонка винтом нам не удалось выявить статистически значимую разницу в показателях (Таблица 2). Медиана величины проведенной редукции позвонка среди клинических

наблюдений, включенных в исследуемую группу, составила 48,6 (45,6%). При этом у 18 (43,9%) пациентов была выполнена полная редукция позвонка, а фиксация *in situ* проведена 7 (17,1%) пациентам. Доля пациентов с проведенной полной редукцией позвонка в группе со сформированным костным блоком составила 45,45%, в то время как в группе с несформированным костным блоком – 37,5%. При этом доли пациентов с фиксацией *in situ* были распределены следующим образом: 15,1% в 1-й группе, 25% – во 2-й группе. Среднее остаточное смещение в 1-й группе составило $3,74 \pm 3,08$ мм, во 2-й группе – $4,14 \pm 3,73$ мм, несмотря на разницу в абсолютных числах различие оказалось статистически незначимым ($p=0,753$). Данное наблюдение позволяет говорить об отсутствии влияния величины редукции позвонка при истмическом спондилолистезе низкой степени на формирование костного блока.

Таблица 2 – Радиологические измерения

Величина	Сформированный костный блок	Отсутствие костного блока	<i>p</i> -value*
Плотность кости (НУ)	$304,135 \pm 133,896$	$344,613 \pm 141,166$	0,452
Среднее остаточное смещение, мм	$3,74 \pm 3,08$	$4,14 \pm 3,73$	0,753
Межтеловой промежуток после операции, мм	$7,9 \pm 1,68$	$9,39 \pm 3,73$	0,095
Относительная длина винта в теле позвонка, %	$90,94 \pm 5,27$	$90,99 \pm 2,78$	0,980
Индекс наполнения ножки позвонка винтом	$0,493 \pm 0,281$	$0,611 \pm 0,269$	0,287

*Использован критерий Стьюдента

С учетом полученных данных было разработано две прогностические модели для определения вероятности формирования костного блока: в одном случае – в зависимости от статистически значимых факторов – наличия ожирения и употребления НПВС на протяжении более чем трех месяцев (F1), в другом случае – с учетом курения пациентов (F2), методом бинарной логистической регрессии. Обе прогностические модели оказались статистически

значимыми ($p=0,015$ и $p=0,007$ соответственно). Критерии Akaike's information criteria для первой модели составил 38,1, для второй – 36,5, Bayesian information criteria для обеих моделей – 43,3. Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, первая модель объясняет 29,4% наблюдаемой дисперсии формирования костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом, вторая – 40,5%. Также построены ROC-кривые для обеих моделей и рассчитаны площади под кривыми (AUC). Для первой модели она составила 0,801, для второй – 0,850. Сравнение данных двух прогностических моделей показало, что, несмотря на статистическую незначимость курения как фактора, влияющего на формирование костного блока при однофакторном анализе, комбинация факторов (курение, использование НПВС более трех месяцев, ожирение) повышает риск отрицательного исхода у пациентов. Анализ данной модели также позволил выявить отношения шансов для отдельно взятых факторов (Таблица 3).

Таблица 3 - Отношения шансов для отдельно взятых факторов

Фактор	OR (odds ratio)	SE (standard error)
Использование НПВС более 3 мес.	7,2	1,04
Ожирение	3,8	1,03
Курение	6,9	1,06

В нашем исследовании мы проанализировали функциональный исход у пациентов после хирургического лечения истмического спондилолистеза. Степень функциональной дезадаптации, оцененная по шкале Освестри, значимо снижалась у пациентов после хирургического лечения по сравнению с дооперационным уровнем. Так, медиана показателя до операции составила 33,0 (26,5%), после – 4,0 (14,0%). Разница составила 19,0 (22,0%), что оказалось статистически значимым улучшением состояния ($p<0,001$). У 28 (58,3%) пациентов отмечался отличный исход по шкале Макнаб, у 10 (20,8%) – хороший, у 8 (16,6%) – удовлетворительный, у 2 (4,2%) – неудовлетворительный результат.

Изучение таких факторов, как пол, курение, наличие жировой дегенерации

мышц, не позволило выявить статистически значимого влияния на функциональный исход после операции ($p=0,092$, $p=0,337$, $p=0,111$ соответственно).

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 ($p=0,044$). Также были выявлены значимые различия между группами в распределении пациентов при оценке исходов по шкале Макнаб. Статистически значимое различие в медиане показателя по шкале Освестри в группах пациентов с ожирением и без нашло свое отражение также и в распределении пациентов с отличным результатом среди исследуемых групп ($p=0,018$).

Степень функциональной дезадаптации в группе пациентов с полной редукцией позвонка составляла 6,0 (14,5)% по шкале Освестри против 4,0 (11,0%) в группе с неполной редукцией. Выявленные различия показателей функционального статуса также оказались статистически недостоверными ($p=0,589$). При этом среди пациентов с полной редукцией позвонка неудовлетворительных результатов по шкале Макнаб отмечено не было, а отличные результаты составляли 54,1%, в то время как в группе пациентов с неполной редукцией или фиксацией *in situ* неудовлетворительные результаты были отмечены в 8,3% случаев, а отличные – в 62,5%. Различия в количестве отличных результатов обеих групп было статистически незначимым ($p=0,558$).

В ходе анализа мы изучили исходы в зависимости от нарушения адаптации до операции и установили положительную корреляционную связь со степенью выраженности функциональной дезадаптации пациентов после операции ($\rho=0,418$; $p=0,003$).

Таким образом, чем хуже был изначальный функциональный статус пациента, тем более выражены были нарушения адаптации после

хирургического лечения. Не было выявлено корреляционной связи между величиной межтелового промежутка после хирургического лечения и показателем по шкале Освестри ($\rho=0,115$, $p=0,437$). Корреляционной связи величины редукции позвонка с показателем по шкале Освестри также выявлено не было. Медиана относительной площади поперечного сечения большой поясничной мышцы составила 78,5 (27,3%). Для выявления связи данной величины с клиническим исходом была проанализирована корреляционная зависимость относительной величины поперечного сечения *m. psoas major* и значения по шкале Освестри.

Нами была обнаружена отрицательная корреляционная связь данных двух показателей ($\rho=-0,327$; $p=0,023$). Для подсчета порогового значения величины большой поясничной мышцы, способной повлиять на функциональный исход, показатель по шкале Освестри $>20\%$ приняли за отрицательный результат, в то время как показатель $<20\%$ за положительный исход после хирургического лечения. Используя метод ROC-кривых, выявили, что при величине большой поясничной мышцы $\leq 79,64$, с вероятностью в 95,65%, состояние по шкале Освестри после операции в отдаленном периоде составит $>20\%$.

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 ($\rho=0,271$; $p=0,063$).

Проведенный межгрупповой анализ исходов по шкале Макнаб в зависимости от рентгенологических характеристик не позволил выявить статистически значимую разницу среди проанализированных показателей.

Суммируя полученные данные в результате регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализа в нашем исследовании, стоит отметить прогностически значимые модифицируемые факторы риска неблагоприятного исхода: избыточный вес (ИМТ >30 кг/м²), курение, использование в послеоперационном периоде нестероидных противовоспалительных средств более трех месяцев, относительный размер

большой поясничной мышцы $\leq 79,64\%$ (в алгоритме округлено до 80%).

Принятие решения об операции должно основываться в том числе на наличии или отсутствии данных факторов у пациента. Исходя из вышесказанного, разработан персонафицированный алгоритм периоперационного ведения пациента (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Алгоритм периоперационного ведения пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени

ВЫВОДЫ

1. Показатели параметров сагиттального профиля у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени до операции составляли: для глобальных параметров - CPA $17,9 \pm 6,51^\circ$, SVA $9,55 \pm 29,2$ мм, для регионарных - LL $64,4 \pm 10,2^\circ$, TK - $31,3 \pm 13,5^\circ$, для позвоночно-тазовых соотношений – PI (SDSG 2) – $51,8^\circ$, PI (SDSG 3) – $71,3^\circ$, PT (SDSG 2) – $13,0^\circ$, PT (SDSG 3) – $18,5^\circ$, SS (SDSG 2) – $38,8^\circ$, SS (SDSG 3) – $52,8^\circ$. Данные значения являются скомпенсированными (PI-LL $1,2 \pm 9,35^\circ$) и не имеют выраженного отклонения от показателей здорового

населения с 4-м типом глобального баланса по Roussouly P.

2. К основным факторам, увеличивающим вероятность несостоятельности костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени через 12 месяцев после операции, относятся: прием нестероидных противовоспалительных средств более трех месяцев после операции, курение, ожирение ($AUC = 0,850$). Математический шанс несостоятельности костного блока у пациентов, использующих НПВС более трех месяцев повышается в 7,2 раза, пациентов с ожирением - в 3,8 раз, у курящих пациентов - в 6,9 раз. До 40,5 % от числа осложнений в виде отсутствия формирования костного блока через 12 месяцев можно объяснить сочетанием данных трех факторов ($p=0,007$; $R^2N=0,405$). В то же время пол, возраст, плотность кости, высота межтелового промежутка после операции, относительная длина транспедикулярного винта, индекс наполнения ножки позвонка винтом не оказывают значимого влияния на формирование костного блока.

3. В результате редукции позвонка при хирургическом лечении коррекция составила в среднем 7 мм (75%). Степень редукции позвонка при хирургическом лечении истмического спондилолистеза низкой степени не оказывает значимого влияния на параметры сагиттального профиля – SVA, CPA, LL, TK, PI, PT, SS ($p=0,042$), формирование костного блока ($p=0,753$), а также на функциональный исход пациентов, оцененный по шкале Освестри ($p=0,589$).

4. Хирургическое лечение позволяет достичь значительное снижение степени функциональной дезадаптации пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени (с 33,0% перед операцией до 4,0% после хирургического лечения, $p<0,001$). На функциональный исход в отдаленном периоде после хирургического лечения истмического спондилолистеза низкой степени статистически значимо влияет ожирение ($ИМТ > 30 \text{ кг/м}^2$, $p= 0,044$). Определено, что пол, курение, жировая дегенерация мышц, величина межтелового промежутка не влияют на степень функциональной дезадаптации после операции у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени.

5. Получена обратно пропорциональная связь между относительным

размером большой поясничной мышцы и показателем по шкале Освестри после операции ($\rho=-0,327$, $p=0,023$), а также прямо пропорциональная связь между степенью нарушения жизнедеятельности пациентов до и после операции, оцененной по шкале Освестри ($\rho=0,418$, $p=0,003$). Показано, что с вероятностью в 96% у пациентов с относительным размером большой поясничной мышцы $\leq 80\%$, исход по шкале Освестри составит $>20\%$.

6. Разработан персонифицированный алгоритм периоперационного ведения пациента, подразумевающий на дооперационном этапе проведение коррекции модифицируемых факторов риска и позволяющий оценить риск неблагоприятного исхода после операции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Изучение параметров сагиттального баланса должно быть важной частью подготовки к любому декомпрессивно-стабилизирующему вмешательству по поводу патологии позвоночника. Четырехвинтовая система фиксации при истмическом спондилолистезе низкой степени с проведенной редукцией позвонка или без неё значимо не повлияет на параметры позвоночно-тазового соотношения. При грубых нарушениях сагиттального профиля необходимо рассмотреть вмешательства с вовлечением других сегментов позвоночника.

2. Необходимо информировать пациентов, а также специалистов здравоохранения о том, что такие факторы как курение, ожирение, длительный прием нестероидных противовоспалительных средств после операции, состояние паравертебральных мышц способны воздействовать на клинорентгенологические исходы после операции. Таким образом, следует рекомендовать пациентам изменить образ жизни, а в качестве обезболивающей терапии рассмотреть альтернативные схемы препаратов, не включающие нестероидные противовоспалительные средства.

3. Уменьшение степени смещения позвонка не является обязательной задачей при хирургическом лечении истмического спондилолистеза низкой

степени, вследствие отсутствия значимого влияния остаточного смещения позвонка на клинико-рентгенологический исход.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. **Кинзягулов, Б. Р.** Определение факторов, влияющих на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Сб. тез. XI съезда Российской Ассоциации хирургов-вертебрологов (RASS) с Образовательным курсом Общества Исследования Сколиоза (SRS Worldwide Course – 2021) «Хирургия позвоночника: итоги 10-летнего опыта и обновлений»; Нижний Новгород, 02–05 июня 2021 года. – Нижний Новгород: Ассоциация хирургов-вертебрологов (RASS), 2021. – С. 65–66.
2. **Кинзягулов, Б. Р.** Факторы, влияющие на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Хирургия позвоночника. – 2022. – Т. 19. – № 1. – С. 39–45. DOI: 10.14531/ss2022.1.39-45
3. **Кинзягулов, Б. Р.** Факторы, влияющие на функциональный исход пациентов с истмическим спондилолистезом после хирургического лечения / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А. Л. Поленова. – 2022. – Т. XIV. – С. 38–39.
4. **Кинзягулов, Б. Р.** Формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом: факторы риска неблагоприятного исхода / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А. Л. Поленова. – 2022. – Т. XIV. – С. 39.
5. **Кинзягулов, Б. Р.** Анализ факторов, влияющих на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом после хирургического лечения / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Сб. тез. III Всерос. конф. молодых нейрохирургов в рамках Всерос. нейрохир. форума; Москва, 15 июня 2022 года. – Санкт-Петербург: ООО «Семинары, Конференции и Форумы», 2022. – С. 32.

6. **Кинзягулов, Б. Р.** Трансфораминальный межтеловой спондилодез при истмическом спондилолистезе: функциональный исход и факторы, влияющие на него / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Сб. тез. Третьего Сибирского нейрохирургического Конгресса; Новосибирск, 14–15 июля 2022 года / под ред. Д. А. Рзаева. – Санкт-Петербург: ООО «Семинары, Конференции и Форумь», 2022. – С. 39.

7. **Кинзягулов, Б. Р.** Формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом: факторы риска неблагоприятного исхода / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Сб. тез. Третьего Сибирского нейрохир. Конгресса; Новосибирск, 14–15 июля 2022 года / под ред. Д. А. Рзаева. – Санкт-Петербург: ООО «Семинары, Конференции и Форумь», 2022. – С. 40.

8. Патент РФ № 2777246 С1. МПК А61В 17/56, А61В 17/70. Способ хирургического вправления смещенного позвонка у пациентов с антеспондилолистезом в поясничном отделе позвоночника: № 2021135745: заявл. 03.12.2021; опубл. 01.08.2022 / **Б. Р. Кинзягулов**, Д. С. Епифанов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев.

9. **Кинзягулов, Б. Р.** Факторы, влияющие на функциональный исход у пациентов с истмическим спондилолистезом низкой степени после хирургического лечения / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. – 2022. – Т. 14. – № 3. – С. 27-34. DOI: 10.56618/20712693_2022_14_3_27

10. **Кинзягулов, Б. Р.** Истмический спондилолистез: современное состояние проблемы / Б. Р. Кинзягулов, В. Б. Лебедев, А. А. Зуев // Нейрохирургия. – 2022. – Т. 24. – № 4. – С. 101-110. – DOI 10.17650/1683-3295-2022-24-4-101-10.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ИМТ	– индекс массы тела
НПВС	– нестероидное противовоспалительное средство
LL	– поясничный лордоз
PT	– наклон таза
SDSG	– Spinal Deformity Study Group
SS	– наклон крестца
CPA	– шейно-тазовый угол
SVA	– сагиттальная вертикальная ось
PI	– крестцово-тазовый угол
TK	– грудной кифоз
AUC	– площадь под кривой
OR	– отношение шансов
R2N	– коэффициент Найджелкерка