

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СКОРОЙ ПОМОЩИ ИМЕНИ И.И. ДЖАНЕЛИДЗЕ»

На правах рукописи

СЕРИКОВ
ВАЛЕРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

НЕЙРООРТОПЕДИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ
СТЕНОЗОВ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

3.1.10. Нейрохирургия

3.1.8. Травматология и ортопедия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор

Мануковский Вадим Анатольевич

член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук,

профессор Виссарионов Сергей Валентинович

Санкт-Петербург

2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМ СТЕНОЗОМ ПОЯСНИЧНОГО И КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	14
1.1 АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ СТЕНОЗОВ ПОЯСНИЧНОГО И КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА	14
1.2 Методы диагностики дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника	25
1.3 Методы хирургического лечения дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника	35
1.4 САГИТТАЛЬНЫЙ БАЛАНС И ЕГО РОЛЬ ПРИ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА ПОЯСНИЧНОМ И КРЕСТЦОВОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА	48
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	61
2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП ПАЦИЕНТОВ	61
2.2 Методы обследования пациентов	67
2.2.1 Методы клинического исследования	67
2.2.2 Методы инструментального исследования	70
2.2.3 Лабораторные и дополнительные методы исследования	74
2.3 Методы и особенности оперативного лечения	74
2.4 Методы статистической обработки результатов	79
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ СТЕНОЗАМИ ПОЯСНИЧНОГО И КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА	80
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРООРТОПЕДИЧЕСКОГО ПОДХОДА И РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЁТА КОРРЕКЦИИ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА В ЛЕЧЕНИИ	

ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ СТЕНОЗОВ ПОЯСНИЧНОГО И КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА	87
4.1 АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРООРТОПЕДИЧЕСКОГО ПОДХОДА В ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ СТЕНОЗОВ ПОЯСНИЧНОГО И КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА	87
4.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЁТА КОРРЕКЦИИ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	111
ВЫВОДЫ	120
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	122
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ	152

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВАШ – визуально-аналоговая шкала

ДДЗП – дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

НИИ СП – Научно-исследовательский институт скорой помощи им.

И.И. Джанелидзе

СКТ – спиральная компьютерная томография

T1PA – T1 pelvic angle, T1 тазовый угол

ЭНМГ – электронейромиография

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

ALIF – anterior lumbar interbody fusion, передний поясничный межтеловой спондилодез

ASIA – American spine injury association, Американская ассоциация спинальной травмы

C7PL – C7 plumb line, линия отвеса C7 позвонка

C7TA – C7 translation angle, угол трансляции C7 позвонка

FBI – full balance index, индекс полного баланса

FOA – femoral obliquity angle, угол сгибания бедер

GLL – global lumbar lordosis, общий поясничный лордоз

GT – global tilt, общий наклон

LL – lumbar lordosis, поясничный лордоз

LLIF – lateral lumbar interbody fusion, боковой поясничный межтеловой спондилодез

MIS – minimally invasive surgery, минимально инвазивная хирургия

ODI – Oswestry disability index, индекс нетрудоспособности Освестри

OLLIF – oblique lateral interbody fusion

PCO – posterior column osteotomy, остеотомия задней колонны

PI – pelvic incidence, тазовый индекс

PLIF – posterior lumbar interbody fusion, задний поясничный межтеловой спондилодез

PO – Ponte osteotomy, остеотомия по Понте

PT – pelvic tilt, угол наклона таза

PTCA – pelvic tilt compensation angle, угол компенсации наклона таза

RDQ – Roland-Morris disability questionnaire, анкета нетрудоспособности Роланда-Морриса

SPA – spinopelvic angle, позвоночно-тазовый угол

SPO - Smith-Peterson osteotomy, остеотомия по Смит-Петерсону

SS – sacral slope, наклон крестца

SSA – spinosacral angle, позвоночно-крестцовый угол

SVA – sagittal vertical axis, сагиттальная вертикальная ось

TLIF – transforaminal lumbar interbody fusion, трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника и их проявления в виде дегенеративных стенозов, спондилолистезов и локальных формирований грыж являются актуальной проблемой современной нейрохирургии, травматологии и ортопедии, вертебологии (Крылов В.В., Гринь А.А., Ощепков С.К., 2012; Бывальцев В.А. и соавт., 2016). С течением времени отмечается неуклонный рост пациентов с данной патологией (Крутько А.В., 2012; Крутько А.В., Байков Е.С., 2012).

Стеноз поясничного отдела (спинальный стеноз) позвоночника описывается как состояние, при котором уменьшается пространство, доступное для нервных и сосудистых элементов в поясничном сегменте позвоночного столба (Kreiner D.S. et al., 2013). Большинство случаев стеноза являются дегенеративными, возникающими в результате возрастных изменений позвоночника. Вследствие нормального процесса старения в дисках, желтой связке и дугоотростчатых суставах происходят изменения, вызывающие сужение пространств вокруг сосудисто-нервных структур позвоночника. Эти изменения могут приводить к выраженной боли в спине и нижних конечностях, нарушению походке и другим патологическим изменениям (Katz J.N., Harris M.B., 2008; Kreiner D.S. et al., 2013; Lurie J., Tomkins-Lane C., 2016).

Стеноз поясничного отдела позвоночника затрагивает более 200 000 человек в США и считается наиболее частой причиной операций на позвоночнике у пациентов старше 65 лет (Lurie J., Tomkins-Lane C., 2016). Ряд исследователей сообщали о распространенности абсолютного поясничного стеноза у 47,2% пациентов в возрасте 60–69 лет, причем это число значительно увеличивалось с возрастом (Kalichman L. et al., 2009). В Российской Федерации основную группу пациентов с дегенеративными стенозами поясничного отдела позвоночника составляют люди 30–50 лет, которые являются экономической и рабочей основой

населения страны. Уровень инвалидизации людей этого возраста за счёт выраженного болевого синдрома на фоне дегенеративного стеноза может составлять 0,4 на 10000 населения страны. До 2/3 больных отмечают потерю трудоспособности в результате выраженного болевого синдрома (Гуша А.О., Арестов С.О., 2010; Егоров А.В., 2014).

Хирургическое лечение пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала является основным и наиболее предпочтительным методом лечения при неэффективности консервативной терапии в период от 3 до 6 месяцев (Weinstein J.N. et al., 2008; Zaina F. et al., 2016). После декомпрессивного оперативного вмешательства у пациентов отмечается выраженное снижение болевого синдрома и улучшение качества жизни (Weinstein J.N. et al., 2008, 2010). Развитие медицинской науки и совершенствование технического оснащения позволили дополнять декомпрессивные вмешательства межтеловым спондилодезом, тем самым ещё больше повышая эффективность оперативного лечения и улучшая его функциональный исход (Herkowitz H.N., Kurz L.T., 1991; Bridwell K.H. et al., 1993). Разнообразие техник выполнения поясничного спондилодеза и его эффективность привели к значительному увеличению хирургических вмешательств при дегенеративных стенозах поясничного отдела позвоночника (Moojen W.A. et al., 2013; Kepler C.K. et al., 2014; Nerland U.S. et al., 2015; Phan K., Mobbs R.J., 2016).

Степень разработанности темы

На данный момент роль декомпрессивно-стабилизирующих операций является довольно противоречивой и ряд исследователей независимо друг от друга получили конкурирующие результаты эффективности декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств по сравнению с самостоятельной декомпрессией позвоночного канала (Försth P., Michaëlsson K., Sandén B., 2013; Försth P. et al., 2016; Ghogawala Z. et al., 2016; Lønne G. et al., 2019). Неоднозначность результатов исследований только увеличивает интерес к данной проблематике и

стимулирует исследователей к поиску способов повышения эффективности оперативного лечения.

Одним из актуальных направлений исследования хирургии дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника, которое зародилось в конце 1980х годов, является изучение влияния позвоночно-тазовых параметров и показателей сагиттального баланса на методику и объем декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств, а также их клинический эффект (Thomson J.D., Renshaw T.S., 1989; Legaye J. et al., 1998). С растущим осознанием важности позвоночно-тазовых параметров для правильного функционирования позвоночника в целом многие спинальные хирурги приняли предположение, что восстановление сагиттального баланса приведет к лучшему клиническому результату (Kawakami M. et al., 2002; Lafage V. et al., 2009; Korovessis P. et al., 2010; Diab A.A.M., Moustafa I.M., 2013; Lim H.S., Roh S.Y., Lee S.M., 2013; Beyer F. et al., 2015; Yamada K. et al., 2015; Smith J.S. et al., 2015; Iyer S. et al., 2016). Ряд исследований в этом направлении отмечают положительное влияние восстановления параметров позвоночно-тазовых взаимоотношений и сагиттального баланса на качество жизни пациентов с дегенеративными стенозами в поясничном и крестцовом отделах позвоночника (Климов В.С. и соавт., 2017; Korovessis P. et al., 2010). Это послужило мотивацией для проведения нашего исследования.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника с использованием принципов нейроортопедического подхода и коррекцией позвоночно-тазовых взаимоотношений.

Задачи исследования

1. Провести анализ результатов клинико-лучевого обследования пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника на уровнях от L3 до S1.
2. Разработать нейроортопедический подход к хирургическому лечению пациентов с дегенеративными стенозами поясничного отдела позвоночника.
3. Провести сравнительный анализ результатов клинической эффективности лечения пациентов с дегенеративным стенозом поясничного и крестцового отделов позвоночника при различных вариантах предоперационного планирования с применением, разработанного в данном исследовании нейроортопедического подхода.
4. Разработать алгоритм предоперационного планирования и хирургического лечения пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника.

Научная новизна исследования

На основании клинических данных научно обоснована необходимость оценки и восстановления сегментарного лордоза, а также позвоночно-тазовых взаимоотношений, при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах, на поясничном и крестцовом отделах позвоночника при лечении больных с дегенеративным стенозом позвоночного канала.

Осуществлен сравнительный анализ различных методов предоперационной оценки, планирования и хирургической коррекции поясничного лордоза у пациентов со стенозом позвоночного канала на уровне от L3 до S1 позвонков, чтобы определить возможности и ограничения каждого из методов расчёта для определения наиболее эффективного.

Разработан и внедрён нейроортопедический подход планирования и хирургического лечения пациентов с дегенеративными стенозами на уровнях от

L3 до S1, использование которого позволило статистически достоверно (при $p < 0,017$) снизить уровень болевого синдрома по шкале ВАШ на 19-26% в раннем послеоперационном периоде и улучшить показатели качества жизни по шкалам ODI и RDQ.

Теоретическая и практическая значимость

Пациентам с дегенеративным стенозом поясничного и крестцового отделов позвоночника показано проведение лучевого обследования с целью оценки показателей позвоночно-тазовых взаимоотношений и сагиттального баланса туловища.

Лучевое обследование пациентов с дегенеративным стенозом поясничного и крестцового отделов позвоночника до, в ходе и после хирургического вмешательства позволяет осуществить необходимую коррекцию сегментарного поясничного лордоза с учетом принципов нейроортопедического подхода, включающего восстановление физиологических параметров позвоночно-тазовых взаимоотношений и сагиттального баланса туловища.

Нейроортопедический подход в лечении пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника должен включать декомпрессию спинного мозга и его корешков с восстановлением поясничного лордоза и позвоночно-тазовых взаимоотношений.

Определены возможности и ограничения различных методик предоперационного обследования и расчёта коррекции сегментарного поясничного лордоза.

Внедрение в практическую деятельность результатов данной диссертационной работы позволит улучшить клинические результаты интраоперационной декомпрессии невралных структур за счёт использования принципов нейроортопедического подхода и коррекцией позвоночно-тазовых взаимоотношений при стабилизирующем этапе оперативного лечения путем установки многоопорной металлоконструкции.

Методология и методы обследования

Методология данного диссертационного исследования основана на отечественных и зарубежных научно-исследовательских публикациях, посвященных диагностике и хирургическому лечению дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника с использованием нейроортопедических принципов коррекции позвоночно-тазовых взаимоотношений.

Для решения поставленных в диссертационном исследовании задач проведено комплексное клинико-неврологическое и лучевое обследование 90 пациентов с дегенеративными стенозами нижнепоясничного отдела позвоночника на уровнях от L3 до S1, проходивших обследование и лечение в ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе». Полученные в ходе исследования результаты были подвергнуты статистической обработке.

Положения, выносимые на защиту

1. Комплексный анализ клинико-инструментальных данных пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника на уровнях L3-S1 определяет индивидуальный подход к оперативному лечению с учётом нейрохирургических принципов декомпрессии дурального мешка, корешков спинного мозга и ортопедического подхода, направленного на восстановление поясничного лордоза на уровне поражения с учётом параметров сагиттального баланса.

2. Разработанный нейроортопедический подход, направленный на комплексную предоперационную оценку, планирование и адекватное выполнение декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства с учётом ортопедических принципов позвоночно-тазовых соотношений, позволяет снизить послеоперационный болевой синдром по шкале ВАШ и улучшить показатели качества жизни пациентов по данным опросников ODI и RDQ в срок до 12 месяцев.

3. Разработан алгоритм предоперационного обследования и планирования хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом на уровне L3-S1, который позволяет, при определённых ограничениях, достигать хороших клинических результатов оперативного лечения при отсутствии узкоспециализированной диагностической рентгеновской аппаратуры.

Степень достоверности результатов

Степень достоверности результатов диссертационного исследования подтверждается числом пациентов, включенных в исследование (n=90), применением общепринятых шкал и анкет для объективизации клинической картины, современных методов обследования (рентгенография, магнитно-резонансная томография) и адекватных методов статистического анализа полученных данных.

Апробация результатов исследования

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на VIII Всероссийском съезде нейрохирургов (2018 г.), XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (2019 г.), XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (2021 г.), IX Всероссийском съезде нейрохирургов (2021 г.), Конгрессе Ассоциации по неотложной хирургии (2021 г.), Международной конференции Global Spine Congress 2021 (2021 г.), IX ежегодной конференции нейрохирургов Северо-Западного Федерального округа (2022 г.), Заседании общества нейрохирургов Санкт-Петербурга (2022 г.), XII съезде Российской Ассоциации хирургов-вертебрологов (RASS) (2023 г.).

Результаты работы внедрены в практическую деятельность отдела нейрохирургии ГБУ Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт Скорой помощи им. И. И. Джанелидзе. Материалы диссертационного исследования используются в учебном процессе кафедры нейрохирургии им. профессора

А. Л. Поленова СЗГМУ им. И. И. Мечникова при подготовке и усовершенствовании практических врачей по специальности «нейрохирургия».

Личный вклад автора

Автор сформулировал и предложил основные идеи и цели исследования, участвовал в выборе необходимых методологических подходов. Клиническое обследование всех 90 пациентов проведено лично автором с последующим наблюдением в ближайшие и отдаленные сроки, хирургическое лечение более 80% больных проведено с личным участием автора. Им разработаны и предложены клиничко-диагностические алгоритмы, критерии предоперационной, периопера-ционной и послеоперационной оценки позвоночно-тазовых взаимоотношений и параметров сагиттального баланса, выбраны способы выполнения межтелового спондилодеза и объёма остеотомии при дегенеративно-дистрофических поражениях поясничного и крестцового отделов позвоночника.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 11 печатных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований.

Структура и объём работы

Материалы диссертационного исследования представлены на 158 страницах машинописного текста, состоят из введения, четырёх глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 13 рисунками и содержит 21 таблицу. Список литературы включает 252 источника, в том числе – 56 работ отечественных авторов и 196 иностранных публикаций.

ГЛАВА 1. МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМ СТЕНОЗОМ ПОЯСНИЧНОГО И КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Анатомо-физиологические основы, этиология, патогенез и клинические проявления дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника

Стеноз позвоночного канала - это ограниченный или диффузный патологический процесс сужения просвета позвоночного канала и межпозвонковых отверстий за счёт дегенеративных изменений костных, связочных и синовиальных элементов поясничного отдела позвоночника, который с течением времени приводит к сдавлению дурального мешка, спинного мозга или нервных корешков конского хвоста, сосудистых элементов и развитию неврологического дефицита (Руцкий А.В., Шанько Г.Г., 1998; Горохова Е.Н., 2008; Kalichman L. et al., 2009; Verbiest H., 1980).

В литературе встречаются более простые определения, так согласно публикации Ю. А. Орлова с соавт., под стенозом позвоночного канала понимается сужение позвоночного канала, при котором вместимость костно-фиброзного футляра позвоночника не соответствует находящимся в нем сосудисто-невральным структурам (Орлов Ю.А., Косинов А.Е., Ткач А.И., 1987). Arnoldi et al. относят к поясничному стенозу любое сужение позвоночного канала и межпозвонковых отверстий (Arnoldi C.C. et al., 1976), похожее определение в своих работах давал Onel et al. (Onel D., Sari H., Dönmez C., 1993).

Частота выявления стеноза поясничного отдела позвоночника, по данным различных источников, варьируется от 5 до 65,2 % случаев у пациентов с длительно прогрессирующим дегенеративным процессом в поясничном отделе позвоночника и имеет тенденцию к ухудшению патологического состояния в процессе жизни (Goldstein J.A. et al., 2001).

Несмотря на длительный период изучения, вопросы тактики ведения больных с поясничным стенозом и подходов к их лечению остаются важной и актуальной темой, которой посвящены работы многих исследователей (Смирнов А.Ю., 1999; Полищук Н.Е., Исаенко А.Л., 2001; Продан А.И. и соавт., 2008; Продан Л.И. и соавт., 2008; Steurer J. et al., 2011; Resnick D.K. et al., 2014).

Первое упоминание о стенозе позвоночника в медицинской литературе появилось в 1800-х годах. В 1803 г. Portal et al. из Франции предположил, что боль в спине и ногах может быть вызвана ущемлением нервных корешков костными образованиями (Portal A. et al., 1803).

Концепция врождённого сужения позвоночного канала была предложена Sarpyener M. в его серии случаев из 12 детей с поражением верхних и нижних двигательных нейронов (Sarpyener M.A., Ozcurumez O., Seyhan F., 1968). Verbiest выявил клинический синдром поясничного стеноза у семи больных, у которых отмечались двусторонние корешковые боли, двигательные и чувствительные нарушения в нижних конечностях, вызванные стоянием и ходьбой. Он описал миелографический блок в поясничном отделе позвоночника в каждом случае, а во время выполнения операции отметил сужение канала со сдавлением дурального мешка. В качестве возможной причины сдавления он предположил увеличение размеров суставного отростка (Verbiest H., 1954).

В дальнейшем Kirkaldy-Willis et al. провели исследование патологии и патогенеза поясничного стеноза и описали комплекс из трех элементов, включающих дугоотростчатые суставы и межпозвоночные диски. Они сделали предположение о том, что повреждения в виде вращательных и компрессионных травм приводят к дегенеративным изменениям этого комплекса. При травмах в межпозвоночных дисках могут возникать кольцевые или радиальные разрывы фиброзного кольца, внутренние разрывы, уменьшение высоты диска и его выпячивание. Дугоотростчатые суставы могут подвергаться синовиту, разрушению хряща, образованию остеофитов, гипертрофии или деформации связок, а также нестабильности или вывихам. В результате этих изменений комплекса возникают дегенеративный спондилолистез, ретролистез, дегенеративный

сколиоз и вращательные деформации позвоночного столба (Kirkaldy-Willis W.H. et al., 1978).

В настоящее время, очевидно, что в дополнение к приобретенной дегенерации, которая может способствовать стенозу позвоночного канала, генетические факторы тоже играют большую роль в стенозировании костного канала, а также в размере дурального мешка и могут иметь значительное влияние на клинический исход (Battié M.C. et al., 2014). Эта генетическая предрасположенность может объяснить различия в популяционных оценках распространенности умеренного (24% против 78%) и тяжелого (8% против 30%) стеноза у взрослых старше 40 лет (Battié M.C. et al., 2014). При наличии врождённого узкого позвоночного канала и межпозвонкового отверстия очень легко формируется компрессия нервно-сосудистых образований за счёт механизмов формирования приобретённого стеноза, в том числе при спондилоартрозе и остеохондрозе позвоночника. В основе понимания механизмов и характера формирования поясничного стеноза лежит и тактика лечения больных с этим патологическим состоянием (Луцик А.А. и соавт., 2009).

Приобретенный стеноз может иметь множество причин, среди которых дегенеративный стеноз, комбинированный врожденный и дегенеративный стеноз, спондилолизный/спондилолистезный, ятрогенный (например, после ламинэктомии, спондилодеза), посттравматический и метаболический (например, болезнь Педжета, флюороз) (Arnoldi C.C. et al., 1976). Проблематика дегенеративного стеноза охватывает большинство взрослых, обращающихся за лечением. Изначально у людей отмечаются нормальные размеры позвоночного канала, но в результате дегенеративного каскада развиваются такие изменения, как выпячивание дисков, гипертрофия дугоотростчатых суставов, искривление или гипертрофия связок и спондилолистез. Эти изменения в межпозвонковых дисках и дугоотростчатых суставах вызывают стеноз центрального позвоночного канала, латерального кармана или межпозвонкового отверстия (Kirkaldy-Willis W.H. et al., 1978; Yoshida M. et al., 1992; Essentials of spinal microsurgery, 1998).

Эмбриогенез конкретного человека непосредственно связан с характером формирования поясничного стеноза (Verhoof O.J. et al., 2008). Согласно данным русских и зарубежных исследователей изолированных изменений фасеточных суставов не встречается (Продан А.И. и соавт., 2008; Borenstein D.G., Wiesel S.W., Boden S.D., 1995). Существуют данные, что у больных с прогрессирующим дегенеративным процессом отмечается нарушение распределения нагрузки с перегрузкой суставных отростков, что предрасполагает к возникновению спондилолистеза (Rohlmann A. et al., 2007).

Согласно анатомической классификации, выделяют центральный стеноз позвоночного канала и латеральный стеноз, который включает варианты с компрессией корешков на уровне латерального кармана и межпозвонкового отверстия (фораминальный стеноз), а также сочетанный стеноз (Esses S.I., 1995). Среди всех видов стенозов центральный составляет 21 %, латеральный – 26,8 %, комбинированный – 52,2 %, мультиуровневый – 21 %.

По распространённости стеноза в позвоночном канале по данным В.Ф. Кузнецова выделяют: моносегментарный, полисегментарный, прерывистый и тотальный, а по характеру: динамический и фиксированный стеноз (Кузнецов В.Ф., 1997).

Центральный стеноз проявляется осевой болью в спине и перемежающейся нейрогенной хромотой, что не исключает возможность наличия корешковых синдромов. Боль, связанная со стенозом центрального канала, обычно двусторонняя и часто связана с поражением уровня L4–5, за которыми следуют L3–4 и L5–S1 (Продан А.И. и соавт., 2008; Cadosch D. et al., 2008; Schönström N., Willén J., 2001).

Центральный стеноз обнаруживается на межпозвонковом уровне и вызывается искривлением или гипертрофией желтой связки, протрузией диска, гипертрофией дугообразных суставов и дегенеративным спондилолистезом. Эпидуральный жир обычно облитерируется, за исключением небольшого количества заднего эпидурального жира, который может оставаться по средней линии. Внешний вид центрального стеноза при визуализирующих исследованиях

весьма характерен, обычно с вовлечением нескольких уровней. Визуализирующие исследования, такие как миелография и МРТ, могут очертить эти изменения. Сорок процентов центральных стенозов являются вторичными по отношению к изменениям мягких тканей в центральном канале (Bolender N.F., Schönström N.S., Spengler D.M., 1985). Корешки конского хвоста могут быть сдавлены центрально в переднезаднем направлении на уровне межпозвонкового диска. Эта компрессия может быть вызвана выпячиванием диска кпереди, либо гипертрофией и выпячиванием желтой связки, или гипертрофией дугоотростчатого сустава, который может прорасти кзади. Известно, что гипертрофия желтой связки связана с дегенеративными изменениями, связанными с процессом старения (Kashiwagi K., 1993; Postacchini F. et al., 1994) или с механическими стрессами вследствие нестабильности (Fukuyama S. et al., 1995).

Как морфологические, так и иммуногистохимические исследования показали, что желтая связка с возрастом претерпевает фиброзные и хондрометапластические изменения (Yoshida M. et al., 1992). Наблюдается пролиферация волокнистого хряща (коллаген типа II), оссификация и отложение кристаллов кальция (Postacchini F. et al., 1994). Исследование Park с соавт. предполагает, что более высокая экспрессия трансформирующего фактора роста- $\beta 1$ (TGF $\beta 1$) фибробластами может быть связана с развитием гипертрофии желтой связки (Park J.B., Chang H., Lee J.K., 2001). В анатомических исследованиях была описана гипертрофия желтой связки толщиной от 7 до 8 мм у пациентов с центральным стенозом, в то время как в норме толщина связки составляет 4 мм или менее (Yamada H. et al., 1972; Kirkaldy-Willis W.H. et al., 1974).

При визуализационных исследованиях, таких как МРТ или миелография, можно выявить блок спинномозговой жидкости вокруг конского хвоста. При КТ исследовании срединный сагиттальный диаметр позвоночного канала в норме составляет от 16 до 18 мм. Диаметр позвоночного канала менее 10 мм свидетельствует об абсолютном стенозе, а диаметр менее 13 мм свидетельствует об относительном стенозе (Verbiest H., 1954; Ullrich C.G. et al., 1980). По данным

Худяева с соавт. абсолютный стеноз встречается до 25% всех случаев стеноза (Худяев А.Т., Васильева О.В., 2001).

Диаметр срединного сагиттального поясничного канала не так надежен, как размеры поперечного сечения на уровне межпозвонкового диска, потому что в большинстве случаев дегенеративного стеноза позвоночника поражаются мягкие ткани, диски, латеральные дугоотростчатые суставы, таким образом, щадя самую центральную часть канала (Schönström N., Hansson T., 1988). По данным Ю.А. Шулева с соавт. невральная компрессия встречается у больных с резко выраженным стенозом, при превышении сужения позвоночного канала более 60% (Шулёв Ю.А., Дулаев А.К., Хилько В.А., 2000). А. Krishnan et al. обнаружили, что патологическими детерминантами, которые привели к стенозированию канала, были гипертрофия желтой связки, протрузия дисков, гипертрофия фасеточных суставов, гипертрофия пластинки и листез (Krishnan A. et al., 2014). При стенозе развития сагиттальный диаметр 12 мм, по-видимому, представляет собой границу между нормальным и ненормальным (Verbiest H., 1954).

Наиболее важным фактором риска поясничного спинального стеноза является возраст, а дополнительные факторы включают ожирение, врожденный стеноз позвоночника, употребление табака и профессиональные вредности с повторяющимися нагрузками на позвоночник, которые являются элементами, предрасполагающими к хронической боли в пояснице (Rubin D.I., 2007).

Коллапс дискового пространства дестабилизирует и укорачивает переднюю часть позвоночника, смещая осевое напряжение в сторону задних элементов, включая фасеточные суставы, межкостистую связку, желтую связку и подсуставные связки (Yoshida M. et al., 1992). Этот хронический чрезмерный стресс приводит к разрастанию суставов с гипертрофией синовиальной оболочки, образованию синовиальных кист и остеофитов, а также искривлению и утолщению задней связки. Каскад этих изменений в русскоязычной литературе появляется в работах Я.Ю. Попелянского (Попелянский Я.Ю., 2015).

На сегодняшний день дегенеративная сегментарная нестабильность является ведущей причиной формирования поясничного спинального стеноза при

дегенеративных заболеваниях позвоночника (Байков Е.С., 2015; Khoo L.T. et al., 2002; Ozgur V.M. et al., 2005). Дегенеративные изменения межпозвонкового диска непосредственно связаны с патологической подвижностью позвоночно-двигательного сегмента (Holly L.T. et al., 2006).

Латеральный спинальный стеноз является частой причиной корешковых болевых синдромов. Латеральный поясничный отдел позвоночника включает канал нервных корешков (латеральный карман) и межпозвонковое отверстие. Эти две области вместе образуют трубчатый канал, через который выходит нервный корешок. Боковой поясничный спинномозговой канал был разделен Lee с соавт. на три анатомические зоны: входную зону, среднюю зону и выходную зону. Входная зона находится в подсуставной области и находится медиальнее ножки позвонка. Она также является синонимом термина «зона латерального углубления». Средняя зона расположена под межсуставной частью и ножкой. Выходная зона является синонимом межпозвонкового отверстия (Lee C.K., Rauschnig W., Glenn W., 1988).

Входная зона (латеральное углубление/подсуставная область) расположена анатомически под верхним суставным отростком дугоотростчатого сустава и медиальнее ножки позвонка. Анатомически латеральный карман ограничен латерально ножкой, сзади — верхним суставным отростком, а спереди — заднебоковой поверхностью тела позвонка и прилежащим межпозвонковым диском (Ciric I. et al., 1980). Медиальная граница латерального кармана образована дуральным мешком. Гипертрофия верхнего суставного отростка, особенно медиального края, может привести к сдавливанию нервного корешка между фасеткой и дорсальной частью тела позвонка. Параметры нормального латерального кармана были хорошо описаны по данным компьютерной томографии в работе Herkowitz с соавт. (Herkowitz H.N., 1992).

Высота бокового кармана от 5 мм и более является нормой. Высота в 2 мм и менее является патологией, а высота в 3–4 мм свидетельствует о стенозе латерального кармана (Ciric I. et al., 1980). Наиболее частой причиной стеноза входной зоны является гипертрофический остеоартрит дугоотростчатого сустава, особенно

с вовлечением верхнего суставного отростка. Другой частой причиной сужения входной зоны (латерального кармана) является задняя грыжа диска, которая сдавливает нервный корешок при выходе из дурального мешка. Эти две причины объясняют большинство случаев бокового спинального стеноза (Климов В.С. и соавт., 2017).

Средняя зона расположена под межсуставной частью дуги позвонка и ниже ножки. Средняя зона граничит спереди с задней частью тела позвонка. Задней границей является межсуставная часть, а медиальная граница открыта в центральный позвоночный канал. Нервные структуры внутри зоны представляют собой спинномозговую ганглий задних корешков и корешки вентральных двигательных нервов, которые покрыты расширением фиброзной ткани твердой мозговой оболочки. Эти нервные структуры омываются спинномозговой жидкостью. Ганглий задних корешков занимает больше места, так как он крупнее других частей поясничных сегментарных нервов. Следовательно, в этом месте он может быть более чувствителен к меньшей степени стеноза. Средняя зона может быть точно визуализирована при КТ (McAfee P.C., Yuan H.A., 1982), а также при сагиттальной МРТ (Johnson D.W. et al., 1989). При стенозе срединной зоны наиболее частой причиной сдавления нервных корешков является дефект в межсуставной части. Второй причиной компрессии нервных корешков в средней зоне является педикулярный перегиб. Педикулярный перегиб возникает, когда выраженная дегенерация межпозвонкового диска связана с заметным сужением диска и сближением позвонков друг к другу. Когда тело верхнего позвонка опускается, его ножка может иногда в значительной степени пережимать проходящий нервный корешок. Нервный корешок также может быть сдавлен в желобе, образованном диффузной боковой выпуклостью или протрузией межпозвонкового диска и вышележащей ножкой. Педикулярный перегиб чаще всего наблюдается при спондилолистезе L5-S1 (Коновалов Н.А. и соавт., 2016). Это состояние также часто встречается у пациентов со сколиозом, что может привести к тому, что одна ножка будет ниже другой из-за ротационной деформа-

ции тела позвонка или асимметричного коллапса дискового пространства (Macnab I., 1971).

Третьей областью, в которой может возникнуть латеральный стеноз, является зона выхода (межпозвонковое отверстие). Поясничное межпозвонковое отверстие имеет форму перевернутой слезы. Его верхняя граница образована задней стенкой вышележащего тела позвонка. Нижняя граница образована задней стенкой нижележащего позвонка. Задняя граница образована межсуставной частью, желтой связкой и верхушкой верхнего суставного отростка нижележащего позвонка (Eisenstein S., 1983). Нормальная высота фораминального отверстия была тщательно изучена Hasegawa с соавт. (Hasegawa T. et al., 1995). Они обнаружили, что высота отверстия, определяемая как максимальное расстояние между нижним краем ножки верхнего позвонка и верхним краем ножки нижнего позвонка, составляет от 17 до 23 мм. Ширину отверстий измеряли в переднезаднем направлении (горизонтальная плоскость). Нормальная ширина составляет от 8 до 10 мм. Высота межпозвонкового отверстия менее 15 мм и ширина менее 4 мм связаны со сдавлением нервных корешков в 80% случаев (Parizel P.M. et al., 2003). Анатомические исследования показали, что стеноз межпозвонкового отверстия наиболее часто связан с уменьшением его вертикального размера (Circillo S.F. et al., 1992; Weinstein P.R., 1993; Cinotti G. et al., 2002).

Hasegawa с соавт. описали компрессию нервного корешка как наличие контакта между нервным корешком и прилегающей тканью (Hasegawa T. et al., 1995). Деформация корня, вероятно, вызывается сдавлением окружающих тканей, среди которых в 41,7 % случаев могут находиться интрафораминальные связки, участвующие в компрессии содержимого межпозвонковых отверстий (Сампиев М.Т., 1999). Патологоанатомические исследования также подтвердили данные (Tomkins-Lane C.C. et al., 2014). В области контакта нервного корешка внутри отверстия периневральный жир отсутствовал по данным этих исследований. Крупнейшими структурами межпозвонкового отверстия являются не только корешки спинномозговых нервов, но и ганглии задних корешков, которые

также могут быть сдавлены при фораминальном стенозе (Kirkaldy-Willis W.H. et al., 1978; Yong-Hing K., Kirkaldy-Willis W.H., 1983; Tomkins-Lane C.C. et al., 2014). Ганглии задних корешков обычно занимают верхнюю и боковую части поясничного межпозвоночного отверстия. Однако расположение может варьироваться. Hasue с соавт. (Hasue M. et al., 1989) изучили 83 позвончика и сообщили, что в 49 (59%) из них ганглии L5 находились в интрафораминальной области, у 27 (33%) ганглии располагались в интраспинальной области, а у 7 (8%) ганглии располагались в экстрафораминальной области.

Наиболее частыми причинами стеноза выходной зоны являются гипертрофические остеоартритные изменения в дугоотростчатых суставах с подвывихом и формированием остеофитного гребня вдоль верхнего края диска. Нервный корешок может быть ущемлен вертикально или горизонтально. А.А. Луцик с соавт. доказали, что это ущемление может возникать вторично из-за подвывиха верхней суставной фасетки, из-за латеральной грыжи диска или выпячивания фиброзного кольца, или из-за крючковидной шпоры от заднелатерального тела позвонка (Луцик А.А. и соавт., 2009).

Поясничный отдел позвоночника подвергается динамическим изменениям. Наличие поясничного стеноза при воздействии этих ежедневных сил должно стать более выраженным. Установлено, что центральный, латеральный или фораминальный стеноз позвоночного канала развивается (или усугубляется) при спондилолистезе. Дегенеративный спондилолистез L4 позвонка встречается примерно в шесть раз чаще, по сравнению с другими позвонками (Kim D.H., Cammisa F.P., Fessler R.G., 2006).

Компрессия может протекать бессимптомно, если она легкая, или может привести к вариабельной комбинации статической боли в спине, корешковой боли в нижних конечностях или нейрогенной хромоте. Статические симптомы, как правило, усиливаются при ходьбе или разгибании поясничного отдела позвоночника и временно облегчаются при маневрах сидя или сгибании поясничного отдела позвоночника, что способствует формированию все более

кифотической деформации у пациентов с этим заболеванием (Кудяшев А.Л. и соавт., 2013; Kalichman L. et al., 2009; Ishimoto Y. et al., 2013).

В работах Н. Verbiest по идиопатическому поясничному стенозу, показана закономерность структурных изменений позвоночного канала с наличием клиники поражения корешков конского хвоста, определив ее как нейрогенную перемежающуюся хромоту (*claudicatio intermittens*) или псевдоклаудикацию (Verbiest Н., 1973). По данным Грачева с соавт., а также Treede с соавт. сдавление спинно-мозговых корешков более 50 % является критическим и проявляется морфологическими и структурными нарушениями в нервной ткани, которые приводят к различным неврологическим проявлениям (Грачев Ю.В., Шмырев В.И., 2008; Treede R.-D. et al., 2008).

Дегенеративный стеноз поясничного отдела позвоночника ярче всего проявляется у больных в возрасте 50–60 лет характерными симптомами радикулопатии и нейрогенной перемежающейся хромоты. Многие пациенты также жалуются на боль при действиях, требующих разгибания позвоночника, таких как доставание чего-либо из шкафа (Rosenberg N.J., 1975).

Сдавление нервных корешков может происходить более чем в одном месте. Например, у пациентов может быть, как L4, так и L5, и даже S1 радикулопатия с двусторонними или односторонними болями в ногах, вызванными многоуровневыми дегенеративными изменениями, приводящими к компрессии нервных корешков в нескольких областях. Боль в спине и скованность движений обычно присутствуют и связаны с патологическими изменениями, происходящими как часть нормального дегенеративного процесса.

Существуют две теории, объясняющие механизм, с помощью которого центральный стеноз приводит к нейрогенной перемежающейся хромоте. Ишемическая теория постулирует, что компрессия вызывает снижение артериального притока к нервным корешкам, вызывая ишемическую боль и слабость. Теория венозного застоя, с другой стороны, предполагает, что застой венозной крови приводит к неадекватной оксигенации капиллярного русла, накоплению метабо-

литов в конском хвосте и последующей боли и хромоте (Lurie J., Tomkins-Lane C., 2016).

Однако не у всех пациентов с поясничным стенозом развиваются значительные или изнурительные симптомы, а естественное течение стенотического процесса от легкой до умеренной степени тяжести может быть благоприятным для 33–50% пациентов (Kreiner D.S. et al., 2013).

В популяционном когортном исследовании 1009 японцев Ishimoto с соавт. подсчитано, что примерно 9,3% взрослых имеют симптоматический поясничный стеноз и что распространенность выше среди мужчин, чем среди женщин (Ishimoto Y. et al., 2012). Пациенты с поясничным спинальным стенозом могут испытывать изнурительную боль и часто слабость, что затрудняет передвижение и выполнение обычных повседневных действий. Это может привести ко всё более сидячему и зависимому образу жизни, что еще больше усугубляет состояние. Это часто приводит к снижению продуктивности и качества жизни, поэтому поясничный спинальный стеноз является одним из наиболее частых показаний к операции на поясничном отделе позвоночника (Deyo R.A. et al., 2010).

1.2 Методы диагностики дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника

Диагноз поясничного спинального стеноза, как правило, устанавливается на основании ассоциации клинических симптомов с наличием узкого позвоночного канала и признаков сдавления дурального мешка и корешков спинномозговых нервов по данным различных методов инструментальной диагностики (Yoshida M. et al., 1992).

В рамках систематического обзора литературы Schepfer с соавт. обнаружили, что наиболее чувствительным клиническим признаком является иррадирующая корешковая боль в ногах, которая усиливается в положении стоя (Schepfer E.I.T. de et al., 2013). Двусторонняя боль в ягодичной области или ногах, которая проходит в положении сидя или при наклоне вперед, также оказались

достаточно чувствительными и специфическими симптомами. Было обнаружено, что достаточно явные признаки, выявляемые при клиническом обследовании, такие как положительные симптомы натяжения, имеют более низкую диагностическую ценность, чем это считалось ранее. В международном Delphi исследовании был предложен набор из семи клинических признаков, наличие которых, поможет клиницистам определить наличие стеноза позвоночного канала с большей точностью как в условиях клинической работы, так и в условиях проведения научных исследований (Tomkins-Lane C. et al., 2016). Дифференциальная диагностика нейрогенной и сосудистой хромоты также важна для правильной постановки диагноза. При нейрогенной перемежающейся хромоте состояние пациента улучшается при переднем кифотическом сгибании и положении сидя, тогда как при сосудистой хромоте облегчение болевого синдрома наблюдается при отдыхе пораженной конечности. Исследование периферических сосудов часто выявляет отсутствие импульсов на тыльной поверхности стопы или передней большеберцовой мышце с положительным тестом Бюргера у пациентов с васкулопатией. При наличии сомнений в диагностике природы хромоты следует выполнить визуализацию артерий нижних конечностей. К сожалению, иногда сосудистая и нейрогенная хромота могут сосуществовать вместе, тем самым потенцируя друг друга.

У пациентов с симптомами, характерными для наличия спинального стеноза, для подтверждения диагноза необходимы инструментальные методы нейровизуализации (Amundsen T. et al., 1995).

Поясничный спинальный стеноз чаще всего наблюдается на уровне L4–L5 позвонков. Дегенерация на этом уровне может быть в форме образования комплекса остеофитов диска или дегенеративного спондилолистеза. Следующими наиболее распространенными уровнями дегенеративного спондилолистеза являются L3–L4 и L5–S1 соответственно.

Рентгенография

Классическая рентгенография в диагностике спинального стеноза очень полезна и является единственным широко используемым визуализирующим

исследованием, которое демонстрирует анатомию пациента в положении осевой нагрузки и отражает биомеханический баланс пациента в положении стоя или сидя. Рентгенография с функциональными пробами (в положении сгибания и разгибания) может помочь определить, есть ли у пациента динамическая нестабильность и, следовательно, требуется ли выполнение спондилодеза в дополнение к поясничной декомпрессии (Шуваева О.Б., 2005; Назаренко Г.И. и соавт., 2007; Брюханов В.Г. и соавт., 2010; Bridwell K.H. et al., 1993; Cakir B. et al., 2009).

Выявление спинального стеноза методом рентгенографии остается сложной задачей из-за отсутствия формально стандартизированных рентгенологических критериев. Нижняя граница нормального переднезаднего диаметра поясничного отдела позвоночника составляет 15 мм на простых боковых рентгенограммах, а стеноз определяется при величине менее 10 мм (Epstein B.S. et al., 1975).

Правильная рентгенографическая оценка поясничного отдела позвоночника должна предусматривать получение нескольких изображений. Как минимум, должны быть оценены переднезадняя, боковая и сгибательно-разгибательная проекции. Дополнительные проекции могут включать косые рентгенограммы и проекцию Фергюсона. Проекция Фергюсона представляет собой каудоцефальную переднезаднюю плоскую рентгенографию под углом 25 градусов в пояснично-крестцовом переходе. Её часто называют «истинным переднезадним видом» пояснично-крестцового отдела. Этот вид полезен при выявлении компрессии нервов между крылом подвздошной кости и поперечными отростками L5 позвонка.

Специфические признаки, которые можно выявить на обзорной рентгенографии, включают узкое межпозвоночное расстояние в прямой проекции. Можно измерить диаметр сагиттального канала от заднего края тел позвонков до переднего края дуги позвонка. У пациентов с дегенеративным стенозом выявляются дегенеративные изменения, такие как остеофиты, коллапс диска и гипертрофия фасеточных суставов. Сзади можно увидеть дегенерацию фасеточных суставов с гипертрофией, уменьшением суставной щели, субартику-

лярным склерозом и кистозным образованием. Отдельные остеофиты могут быть визуализированы спереди или сзади. Верхние фасеточные остеофиты часто выступают вперед в латеральный карман. Остеофиты нижних фасеточных суставов могут выступать переднемедиально, что приводит к центральному стенозу. Также с помощью рентгенографии можно выявить оссификацию желтой связки.

Спереди нередко отмечаются остеофиты замыкательной пластинки, в том числе тракционные шпоры. Также может наблюдаться доброкачественный вертебральный склероз, возникающий на замыкательной пластинке и иногда распространяющийся на тело позвонка. Также на обычных рентгенограммах можно отметить наличие воздуха в дисковых пространствах. Это еще один признак нестабильности и наличия движения в сегменте.

Магнитно-резонансная томография

Основным методом выбора при лучевом обследовании стеноза поясничного отдела позвоночника является МРТ (Ахадов Т.А., 1994; Никонова М.Э. и соавт., 2008).

МРТ может непосредственно измерить содержание воды в диске и показать биохимические изменения в пульпозном ядре. Нормальное гидратированное пульпозное ядро дает повышенный сигнал протонов на T2-взвешенных изображениях. По мере дегенерации диска на изображениях T2 можно увидеть темный изоинтенсивный сигнал. Свободная жидкость в кольцевидных разрывах и трещинах также может проявляться повышенным T2-сигналом (Бывальцев В.А. и соавт., 2016). Считается, что радиальные разрывы связаны с остеохондрозом. МРТ также может дать представление о потенциальной дегенерации и движении фасеточных суставов за счет увеличения количества жидкости, наблюдаемого в фасеточных суставах на аксиальных проекциях. Еще одним признаком фасеточной дегенерации является образование фасеточных кист, которые лучше всего визуализируются на аксиальных МРТ-изображениях (Морозов А.К. и соавт., 1998; Омельченко А.В., 2004). Фасеточные кисты могут вызывать центральный

стеноз, стеноз латерального кармана и фораминальный стеноз или их комбинацию.

Преимущества МРТ включают ее неинвазивный характер и возможность обследования всего позвоночника. МРТ считается лучшим методом для выявления латеральной компрессии, поскольку она позволяет получить прямую сагиттальную визуализацию и обеспечивает превосходный контраст между жировой тканью, нервными корешками и эпинеуральными сосудами. Фораминальная компрессия нервного корешка диагностируется, когда жировая ткань в фораминальном отверстии облитерирована (Морозов А.К. и соавт., 1998; Омельченко А.В., 2004).

Степень спинального стеноза, видимая на МРТ, обычно качественно описывается как легкая, умеренная или тяжелая на основе субъективного суждения. В попытке улучшить интерпретацию рентгенологических результатов диагностики спинального стеноза были введены качественные системы классификации, основанные на различных моделях распределения корешков в твердой мозговой оболочке на T2-взвешенной аксиальной МРТ последовательности в положении лежа. Однако, не было выявлено корреляции между функциональным статусом пациента и этой системой морфологической классификации (Schizas C. et al., 2010). Другие методы включения объективных рентгенологических данных включают признак оседания нервных корешков (Battié M.C. et al., 2012). Тем не менее, этот признак, по-видимому, чувствителен только для тяжелого спинального стеноза и не дает указаний относительно необходимости декомпрессии на конкретном уровне и не помогает предсказать исход хирургического вмешательства (Fazal A., Yoo A., Bendo J.A., 2013; Tomkins-Lane C.C. et al., 2013; Barz T. et al., 2014). Эти результаты еще раз подчеркивают необходимость клинко-радиологической корреляции.

У некоторых пациентов МРТ в положении лежа может недооценивать степень стеноза, связанную с динамическими изменениями в вертикальном положении. Позиционные МРТ-сканеры были разработаны для обеспечения возможности обследования пациентов в вертикальном положении, в том числе в

проекциях со сгибанием и разгибанием. К сожалению, нет данных о наличии подобных МРТ аппаратов на территории России. Даже в западных странах подобные исследования ещё не являются рутинной частью стандартной клинической практики и используются в редких случаях, когда МРТ исследование в положении лежа не позволяет диагностировать значительный стеноз, при явно выраженной клинической картине (Kreiner D.S. et al., 2013; Kanno H. et al., 2015; Shi B. et al., 2015).

Ещё до появления подобных МРТ аппаратов использовались внешние компрессионные устройства для имитации физиологических осевых нагрузок во время исследования в положении лежа (Lohman C.M. et al., 2006; Kanno H. et al., 2012; Kim Y.K. et al., 2013). Клиническая значимость исследования с осевой нагрузкой остается спорной, и некоторые авторы сообщают об отсутствии связи с симптомами спинального стеноза (Lohman C.M. et al., 2006), тогда как другие показали значительную корреляцию с расстоянием, пройденным пешком и функциональным состоянием пациентов (Kanno H. et al., 2012). Есть мнение, что выполнение МРТ лежа на спине с прямыми ногами воспроизводит нормальную кривизну поясничного отдела, характерную для вертикального положения тела в пространстве и, таким образом, сравнима с вертикальной МРТ (Madsen R. et al., 2008).

Хотя МРТ позволяет получить очень подробные изображения анатомии позвоночника, результаты часто неспецифичны. Аномалии на МРТ встречаются повсеместно, особенно у стареющего населения. Пациенты, которые проходят МРТ для оценки хронической боли в спине, часто получают снимки, которые содержат такую патологию, как выпячивание или протрузию диска, узлы Шморля, разрывы фиброзного кольца, изменения замыкательной пластинки, признаки фасеточной артропатии, фораминального стеноза и дегенерация дисков. Что затрудняет интерпретацию данных МРТ, так это то, что у многих бессимптомных пациентов также можно выявить данные МР-признаки (Ammendolia C. et al., 2014; Cohen S.P. et al., 2013; Manchikanti L. et al., 2012; Ploumis A. et al., 2014). Часто изображения соответствуют нормальным

возрастным дегенеративным изменениям. Доля исследований, которые информативны в рамках лечебного процесса, невелика, а частота и доля ложноположительных результатов исследований, которые приводят к дальнейшему диагностическому поиску, достаточно высоки (Kennedy D.J. et al., 2009).

Спинальный стеноз на МРТ был выявлен примерно у 20% бессимптомных субъектов старше 60 лет, причём, менее 20% пациентов с выраженными стенотическими изменениями действительно имели симптомы (Ishimoto Y. et al., 2012). Пациенты и лечащие врачи могут ошибочно приписывать боль дегенеративным изменениям и пытаться устранить эти изменения, ожидая, что целенаправленное медикаментозное лечение или хирургическое вмешательство облегчит боль. Результаты МРТ всегда должны быть соотнесены с клинической картиной. Несмотря на то, что пациенты с более сильными болями в спине, как правило, имеют больше дегенеративных изменений на МРТ, остается неясным, являются ли такие результаты визуализации истинной причиной болей в спине (Thefenne L. et al., 2010; Weinstein J.N. et al., 2010; Wybier M. et al., 2010; Manchikanti L. et al., 2012). Хирургическое лечение неспецифических дегенеративных состояний остается спорным. Нет никаких доказательств того, что хирургическое вмешательство, основанное на дегенеративных изменениях по данным МРТ, приводит к улучшению результатов у пациентов без деформации или симптоматической компрессии нервов (Weinstein J.N. et al., 2010). Дискография может иметь некоторую ценность в оценке хронической дискогенной боли (Slätis P. et al., 2011), но исследования не подтверждают использование дискографии для отбора пациентов, которым было бы полезно хирургическое вмешательство (Atlas S.J. et al., 2005).

Также трудно визуализировать компрессию нервов при дегенеративном сколиозе и у пациентов, перенесших ранее операцию с ферромагнитными имплантатами. Размеры пациента и его вес, наличие клаустрофобии и движение пациента в процессе МРТ исследования также могут ограничивать качество получаемых изображений. МРТ так же точна, как КТ-миелография, с корреляцией 87,6% с результатами хирургического вмешательства.

Таким образом, тщательная корреляция между клиническими симптомами и данными визуализации имеет решающее значение для принятия обоснованных решений о лечении.

Миелография и компьютерная томография

Обычная миелография представляет прежде всего исторический интерес и на данный момент используется редко. Тем не менее, данный метод может применяться для диагностики поясничного стеноза, который проявляется как вентральный экстрадуральный дефект из-за выпячивания диска или остеофитов замыкательной пластинки. Фасеточные остеофиты могут привести к боковым или задним экстрадуральным дефектам и компрессии манжеты нервного корешка по мере прогрессирования процесса. Центральный стеноз проявляется сужением дурального мешка по типу песочных часов (Никифоров А.С., Мендель О.И., 2008). Простые миелограммы имеют 71,7% корреляцию с результатами хирургического вмешательства и являются единственными исследованиями, кроме МРТ и КТ-миелографии, которые обеспечивают истинный сагиттальный профиль дурального мешка в нескольких сегментах. К сожалению, это исследование является инвазивным.

Компьютерная томография полезна для оценки стеноза поясничного отдела позвоночника из-за большей детализации, которую она предлагает по сравнению с обычными рентгенограммами во взаимно перпендикулярных плоскостях. Основным преимуществом КТ является возможность получения изображений в различных плоскостях — аксиальной, коронарной и сагиттальной. У пациентов со стенозом канал выглядит менее овальным и более треугольным. Иногда выступающие суставные отростки придают каналу форму трилистника. Однако, важно отметить, что это нормальный вариант у 10–20% пациентов на уровне L5-S1. Компрессию манжеты нервного корешка можно диагностировать по облитерации жировой ткани вокруг нерва. КТ предлагает отличную детализацию костей и может использоваться для пациентов со сколиозом. Длина ножки и диаметр канала могут быть непосредственно измерены у пациентов с

подозрением на врожденный стеноз. Считается, что КТ на 83% коррелирует с результатами хирургического вмешательства.

В эпоху компьютерной томографии площадь поперечного сечения самого дурального мешка стала эталоном измерения. В исследованиях на трупах, оценивающих изменения давления при компрессии конского хвоста, Schonstrom с соавт. определил значения площади сечения дурального мешка менее 75 мм² для абсолютного спинального стеноза и менее 100 мм² для относительного стеноза (Verbiest H., 1975; Schönström N., Willén J., 2001). Эти пороговые значения широко распространены и используются в клинических исследованиях (Verbiest H., 1975). Было создано несколько дополнительных индексов и систем оценок, но они либо слишком громоздки для расчета, либо плохо коррелируют с клиническими проявлениями заболевания (Barz T. et al., 2010; Schizas C. et al., 2010). В целом, существует плохая корреляция между стенозом при визуализации и клиническими симптомами пациента, и одной визуализации недостаточно для постановки диагноза, но ее необходимо коррелировать с симптомами пациента и анамнезом (Weber C. et al., 2016).

КТ-миелография сочетает в себе преимущества КТ и миелографии. Этот метод обеспечивает высокую детализацию костей с помощью КТ и дает возможность оценить компрессию нервов с помощью миелографии. Функциональный характер потока контраста дает ощущение сужения и «отсечения» нервных корешков.

Как и обычная миелография, это исследование является инвазивным. Однако КТ дает многоплоскостные изображения, которые позволяют лучше оценить стеноз в центральном канале и латеральном кармане. Это особенно полезно у пациентов с дегенеративным сколиозом или у пациентов, которым уже установлена металлоконструкция, поскольку позволяет избежать металлических артефактов, которые ограничивают МРТ.

Электродиагностические исследования

Электронейромиография (ЭНМГ) и исследования скорости нервной проводимости полезны при дифференциальной диагностике спинального стеноза и других возможных причин симптомов, таких как периферическая нейропатия. Пациенты с сахарным диабетом или с анамнезом, не являющимся «классическим» для перемежающейся нейрогенной хромоты или радикулопатии, могут пройти электродиагностическое тестирование, чтобы подтвердить диагноз спинального стеноза. У пациентов с повреждением аксонов исследования нервной проводимости, могут показывать снижение амплитуды двигательных вызванных потенциалов, зарегистрированных в мышцах, иннервируемых малоберцовым и большеберцовым нервами (Живолупов С.А., 2007). Ожидается, что сенсорные амплитуды, регистрируемые поверхностным и икроножным нервами, не будут затронуты, поскольку патология нервных корешков при стенозе поясничного отдела позвоночника является преганглионарной. Обследование с помощью игольчатого электрода, как правило, выявляет поражение не одного, а нескольких корешков (Chad D.A., 2007). ЭНМГ может быть более чувствительной, чем МРТ, при выявлении пациентов с клиническими симптомами спинального стеноза, у которых более вероятно наличие фибрилляций или отсутствие Н-волн по сравнению с бессимптомными пациентами (Haig A.J. et al., 2007).

Электродиагностическое исследования обычно не рекомендуется пациентам с подозрением на наличие поясничного спинального стеноза. Тем не менее, у лиц с атипичными проявлениями, неубедительной визуализацией или подозрением на смешанную этиологию (поясничные плексопатии, синдромы импиджмента нервов, сосудистая хромота или метаболические невропатии), эти тесты могут быть полезны в сочетании с хорошим клиническим обследованием (Yagci I. et al., 2009).

При обследовании пациента с потенциальным поясничным спинальным стенозом важно учитывать другие состояния, которые могут иметь сходную клиническую картину. Заболевания периферических сосудов и аневризмы аорты должны быть частью дифференциальной диагностики. Другие заболевания

опорно-двигательного аппарата могут проявляться перекрывающимися симптомами, включая остеоартрит тазобедренного и коленного суставов. Следует также учитывать тазовые и крестцовые расстройства. Следует учитывать неврологические расстройства, включая диабетическую нейропатию, периферическую компрессионную нейропатию, цервикальную миелопатию, боковой амиотрофический склероз и демиелинизирующие заболевания (Живолупов С.А., 2007). Тщательное физическое обследование наряду с различными методами визуализации и лабораторными исследованиями может дифференцировать эти патологии. Каждый клиницист должен помнить о неорганических факторах, включая депрессию и другие стрессовые факторы, при обследовании таких пациентов (Hilibrand A.S., Rand N., 1999; Bassewitz H., Herkowitz H., 2001).

1.3 Методы хирургического лечения дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника

Неэффективность консервативного лечения является основным показанием к оперативному лечению дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника. Прогностическими факторами для оперативного лечения пациентов являются симптомы конского хвоста, наличие дегенеративного сколиоза или спондилолистеза, а также большая продолжительность заболевания (Matsudaira K. et al., 2016). Целью операции у пациентов с поясничным спинальным стенозом является декомпрессия позвоночного канала при сохранении стабильности позвоночника и предотвращение или замедление дальнейшего структурного ухудшения состояния позвоночного столба. Хирургические варианты лечения варьируются от минимально инвазивной декомпрессивной хирургии при непрямом латеральном и центральном стенозе с использованием межкостистых имплантов до более традиционной открытой хирургической декомпрессии со спондилодезом или без него (Коновалов Н.А. и соавт., 2022).

Тем не менее, по-прежнему ведутся споры о роли спондилодеза. Большинство авторов сходятся во мнении, что нестабильный дегенеративный

спондилолистез и сколиоз являются показаниями к инструментальному спондилодезу. Несколько исследований показали, что пациенты, перенесшие спондилодез, имеют лучшие клинические результаты (Herkowitz H.N., Kurz L.T., 1991; Bridwell K.H. et al., 1993; Zdeblick T.A., 1993; Mardjetko S.M., Connolly P.J., Shott S., 1994; Postacchini F., 1999; Weinstein J.N. et al., 2007). Другим показанием к инструментальному спондилодезу является рецидив спинального стеноза у пациентов, которым ранее уже была проведена декомпрессия. Обычно при ревизии необходимо резецировать больший чем при первичной декомпрессии объём фасеточных суставов, чтобы адекватно произвести декомпрессию нервных структур. Обычно это приводит к повреждению более 50% обоих фасеточных суставов на одном уровне, что приводит к ятрогенной нестабильности. В этом случае необходимо выполнить спондилодез, чтобы предотвратить прогрессирующую нестабильность и деформацию. Также было обнаружено, что разрастания дуг позвонков чаще встречаются у пациентов с дегенеративным спондилолистезом и у пациентов с послеоперационной нестабильностью. Спондилодез может способствовать снижению частоты этого явления.

Одним из недостатков инструментального спондилодеза является возникновение стеноза смежного уровня. Patel и Herkowitz ретроспективно рассмотрели 42 пациента и отметили, что в группе с инструментальным спондилодезом симптомы стеноза развились в среднем через 62 месяца, тогда как у тех, кто подвергся не инструментальному спондилодезу, симптомы развились в среднем через 143 месяца после операции (Patel C.T. et al., 2001). Из 42 пациентов 33м потребовалось выполнение спондилодеза в дополнение к декомпрессии. Более поздние исследования показали, что дегенерация смежного сегмента, по-видимому, не коррелирует с исходами или повторными операциями, о которых сообщают пациенты (Mannion A.F. et al., 2014; Radcliff K. et al., 2013). Whitecloud с соавт. сравнили 14 пациентов со стенозом смежного сегмента и отметили частоту псевдоартроза 80% у пациентов, перенесших неинструментальный спондилодез, по сравнению с 17% у пациентов с инструментальным спондилодезом (Whitecloud T.S. et al., 1994).

Ламинэктомия является золотым стандартом хирургического лечения поясничного стеноза, которое значительно снижает болевую симптоматику и улучшает функциональный результат. Ламинэктомия может быть выполнена как со спондилодезом, так и без него, в зависимости от характеристик заболевания и предпочтений хирурга. В различных исследованиях были получены противоречивые результаты: в одних сообщалось о более благоприятном исходе только при хирургической декомпрессии, а в других сообщалось об обратном (Ahmed S.I. et al., 2018). В целом лечение только декомпрессией без спондилодеза оказалось эффективным у 80% пациентов с выраженными симптомами поясничного спинального стеноза (Kreiner D.S. et al., 2013). Основной целью спондилодеза является снижение регионарной боли в спине и повышение стабильности. Отмечается различие между ограниченной одноуровневой (менее двух-трех уровней) декомпрессией и многоуровневой декомпрессией. Несколько исследований были направлены на определение наилучшего хирургического подхода, тем самым сравнивая одноуровневый спондилодез с многоуровневым или декомпрессивное вмешательство со спондилодезом и без него с традиционным медикаментозным лечением у пациентов с поясничным спинальным стенозом.

Ограниченная открытая декомпрессия может быть выполнена при вовлечении от одного до трех пораженных сегментов. Тем не менее, остаются разногласия относительно того, сколько уровней необходимо оперировать в случае многоуровневого спинального стеноза для достижения наилучшего клинического результата. В рандомизированном контролируемом исследовании, проведенном Park с соавт., консервативное лечение дегенеративного стеноза сравнивали с одноуровневой декомпрессией со спондилодезом и многоуровневой декомпрессией со спондилодезом (Park D.K. et al., 2010). Пациенты с множественным стенозом как правило были мужчинами более старшего возраста, тогда как пациенты с одноуровневым стенозом чаще были курильщиками и чаще страдали депрессией. Достоверных различий в показателях ODI (Oswestry Disability Index) и болевого синдрома после выполнения одного-, двух-, трех- и более уровней спондилодеза получено не было. Через два года удовлетворённость пациентов,

которым выполняли одноуровневую декомпрессию и спондилодез, была выше. Удовлетворенность пациентов через два года была также выше у пациентов с одноуровневой декомпрессией и спондилодезом. Одноуровневая декомпрессия со спондилодезом показала лучшие результаты в сравнении с многоуровневой декомпрессией и спондилодезом у пациентов с поясничным стенозом и ассоциированным с ним дегенеративным спондилолистезом по показателям болевого синдрома по SF-36, психического здоровья и ODI. Хотя по данным Д.В. Байкова с соавт. многоэтапное многоуровневое лечение приводит к довольно хорошим клиническим результатам (Байков Е.С. и соавт., 2022). При многоуровневом хирургическом вмешательстве с увеличением количества оперируемых уровней отмечалось увеличение кровопотери и частоты послеоперационных осложнений (Park D.K. et al., 2010; Smorgick Y. et al., 2013). В исследовании SPORT Weinstein с соавт. сравнивал консервативное лечение с одноуровневой декомпрессией со спондилодезом или без него со значительным перекрестом между исследованиями с одной обсервационной и одной рандомизированной когортой. После оперативного лечения было достигнуто лучшее улучшение клинических симптомов и других функциональных результатов, которое сохранялось до четырех лет (Weinstein J.N. et al., 2009). Ретроспективное исследование, проведенное Adilay и Guclu, продемонстрировало лучшие показатели функциональных исходов и меньший уровень болевого синдрома при одноуровневой декомпрессивной ламинэктомии в сравнении с многоуровневой ламинэктомией, хотя никаких существенных различий в уровне осложнений между двумя вариантами лечения выявлено не было (Adilay U., Guclu B., 2018).

Было обнаружено, что нестабильность позвоночника выше при многоуровневой декомпрессивной ламинэктомии, а у четырех пациентов был выявлен послеоперационный спондилолистез, потребовавший выполнения заднего спондилодеза (Adilay U., Guclu B., 2018). В другом исследовании у пациентов с многоуровневым поясничным спинальным стенозом, которым выполнялась многоуровневая декомпрессия без спондилодеза, были значительно менее благоприятные оценки спинального стеноза по сравнению с одноуровневой

декомпрессией. Другие функциональные результаты были схожи между двумя видами оперативного лечения. О различиях в интра- или послеоперационных осложнениях не сообщалось (Ulrich N.H. et al., 2017).

В своём рандомизированном исследовании A. Malmivaara et al. сравнил декомпрессивную хирургию с медикаментозным лечением у пациентов с умеренным поясничным спинальным стенозом. Обе группы показали улучшение клинических симптомов через два года наблюдения. Большее улучшение было получено после оперативного лечения по поводу болевого синдрома в ногах и пояснице, а также в случае инвалидизации пациентов (Malmivaara A. et al., 2007). В другом «случай-контроль» исследовании в зависимости от тяжести симптомов пациентов лечили только медикаментозно или выполняли декомпрессию. В одной из исследуемых групп случайным образом назначали либо хирургическое вмешательство, либо медикаментозную терапию (Amundsen T. et al., 2000). Улучшение краткосрочных результатов через шесть месяцев было получено в обеих группах исследования, с более высоким улучшением в группе хирургического лечения (70%, 79%). Из пациентов, которые были случайным образом распределены в хирургическую группу, 92% сообщили об улучшении состояния через шесть месяцев. Долгосрочные результаты этого исследования показали, что 70% сохраняли улучшение после медикаментозного/хирургического вмешательства, хотя довольно много пациентов перешли к хирургическому лечению. Другие исследования показали, что при выполнении только декомпрессии по сравнению с декомпрессией со спондилодезом отмечается меньший объём кровопотери (Aihara T. et al., 2018). В метаанализе Ahmed et al., авторы сравнили хирургическую декомпрессию со спондилодезом и без него. Было обнаружено, что выполнение декомпрессии со спондилодезом дает лучшие функциональные результаты и уменьшает боль в спине и ногах по сравнению с изолированно декомпрессией. Более высокие показатели удовлетворенности лечением и снижение показателей болевого синдрома в ногах наблюдались у пациентов с дегенеративным спондилолистезом поясничного отдела позвоночника, которые подвергались декомпрессии и спондилодезу, а не только декомпрессии. Было

обнаружено, что декомпрессия со спондилодезом в 2,55 раза лучше по сравнению с изолированной декомпрессией по шкале ODI (Ahmed S.I. et al., 2018). Однако в другом метаанализе авторы не показали существенной разницы между изолированной декомпрессией и декомпрессией со спондилодезом с точки зрения функциональных результатов и удовлетворённостью лечением (Shen J. et al., 2018). Продолжительность операции, объём кровопотери и длительность пребывания в стационаре были значительно выше в группе со спондилодезом, хотя различий в частоте повторных операций между обеими группами не было (Ahmed S.I. et al., 2018; Shen J. et al., 2018). В метаанализе, проведенном Phan с соавт., минимально инвазивная односторонняя ламинэктомия сравнивалась с открытой декомпрессией (Phan K., Mobbs R.J., 2016). Более высокие показатели удовлетворенности были выявлены в группе минимально инвазивной хирургии, при этом уровень болевого синдрома был значительно ниже по сравнению с группой с открытой декомпрессивной ламинэктомией. Продолжительность операции была больше в группе минимально инвазивного лечения, но это сопровождалось меньшей кровопотерей, более коротком пребывании в стационаре и меньшем количестве повторных операций (Василенко И.И. и соавт., 2022).

Некоторые авторы считают целесообразным использование методов непрямой декомпрессии для лечения дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника. Эти методы включают в себя варианты переднего доступа, такие как ALIF, OLLIF и LLIF, которые используются как отдельно, без фиксации транспедикулярными системами, так и с использованием этих систем. Также были разработаны методы задней непрямой декомпрессии, такие как межкостистые поддерживающие импланты. Идея методов непрямой декомпрессии заключается в том, что состояние поясничного стеноза может быть улучшено за счет восстановления межпозвонковых и фораминальных высот и коррекции позвоночника, что позволяет избежать необходимости выполнять ламинэктомию для прямой визуализации декомпрессированных нервных корешков. Полезность непрямой декомпрессии и необходимость прямой декомпрессии являются

предметом споров. Тем не менее, некоторые исследования показали успешную непрямую декомпрессию нервных элементов со значительным клиническим улучшением у пациентов с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника при использовании передних доступов (Oliveira L. et al., 2010; Fujibayashi S. et al., 2015). Эффект непрямой декомпрессии может быть ограничен в случаях врожденного стеноза или при сильно дегенеративно изменённых фасеточных суставах со стенозом бокового кармана (Wang T.Y. et al., 2017). В этих случаях прямая декомпрессия более эффективна и предпочтительна. Послеоперационное проседание кейджа или потеря коррегирующего эффекта также могут привести к неудачному результату непрямой декомпрессии.

Межтеловой спондилодез был предложен для лечения болевого синдрома в двигательном сегменте в 1950-х годах. Обоснованием межтелового спондилодеза по сравнению с заднелатеральным спондилодезом является то, что по закону Вольфа при размещении костного трансплантата в переднем и среднем отделах позвоночника увеличивается вероятность сращения костей. Кроме того, считается, что костная поверхность тела позвонка получает более обильное кровоснабжение, чем заднелатеральные элементы, и это способствует сращению костей.

Межтеловой имплант можно установить через передний, косой, боковой или задний доступы. Было показано, что передний поясничный межтеловой спондилодез (ALIF), косой латеральный поясничный межтеловой спондилодез (OLLIF), латеральный поясничный межтеловой спондилодез (LLIF), трансформинальный поясничный межтеловой спондилодез (TLIF) и задний поясничный межтеловой спондилодез (PLIF) увеличивают скорость сращения, но добавление межтелового импланта приводит к увеличению времени операции, увеличению объёма кровопотери и увеличению риска потенциальных интраоперационных и послеоперационных осложнений.

Использование TLIF в дополнение к заднелатеральному спондилодезу приводит к более высокой частоте спондилодеза без значительного улучшения клинических результатов и параметров сагиттального баланса по сравнению с

только заднелатеральным спондилодезом у пациентов с одноуровневым дегенеративным спондилолистезом (Challier V. et al., 2017). При сравнении LLIF с TLIF, LLIF характеризуется большим увеличением высоты фораминального отверстия, более низкой частотой проседания и потери высоты диска, а также меньшей кровопотерей по сравнению с TLIF, при этом обеспечивая аналогичное улучшение клинических исходов и скорости спондилодеза (Isaacs R.E. et al., 2016; Sembrano J.N. et al., 2016). Проседание тел является проблемой при использовании кейджей по технологии TLIF, особенно у пациентов с остеопорозом. Преимущество передних и латеральных межтеловых спондилодезных кейджей заключается в том, что они имеют большую площадь основания, которая поддерживает апофизарное кольцо и, таким образом, предотвращает проседание.

Осложнением, которое чаще встречается при LLIF, является послеоперационная слабость поясничной мышцы. Хотя это осложнение обычно преходящее, оно может быть изнурительным для пациентов. В основном это происходит из-за ретракции поясничного сплетения во время латерального чреспоясничного доступа. Интраоперационное время ретракции очень важно, чтобы максимально уменьшить это осложнение. Цель состоит в том, чтобы выполнить процедуру LLIF в течение максимум 20–25 минут после ретракции. Во избежание этого осложнения был разработан косой латеральный межтеловой доступ, идущий кпереди от поясничной мышцы и латеральнее магистральных сосудов. Однако этот косой латеральный доступ сопряжен с более высоким риском повреждения крупных сосудов по сравнению с LLIF (Li J.X.J. et al., 2017).

Southwick и Robinson представили ретроперитонеальный доступ ALIF в 1957 году (Southwick W.O., Robinson R.A., 1957). При ALIF удаляется передняя продольная связка и передняя часть фиброзного кольца для введения импланта. В частности, в области лечения дискогенной боли в пояснице ALIF превратилась в эффективную и распространенную хирургическую технику. Передний забрюшинный доступ обеспечивает адекватный доступ ко всей вентральной поверхности обнаженного диска, что позволяет выполнить комплексную дискэктомию и прямую установку импланта. Подход ALIF подходит для уровней L4/L5 и L5/S1,

относительно ограничен для уровней L2/L3 и L3/L4 из-за обширной ретракции брюшины и почки (L2/L3) и риска тромбоза верхней брыжеечной артерии (Mobbs R.J. et al., 2015).

Процедура ALIF может быть показана при дегенеративном заболевании диска, дискогенном заболевании, ревизии неудачного заднего спондилодеза и коррекции деформации. Противопоказаниями к ALIF являются обширная предшествовавшая абдоминальная хирургия со спайками или неблагоприятной анатомией сосудов, тяжелое заболевание периферических сосудов, единственная почка на стороне воздействия, инфекция позвоночника и дегенеративный спондилолистез высокой степени при отсутствии заднего спондилодеза (Malham G.M. et al., 2014). Истмический спондилолистез на уровне L5/S1 является относительным противопоказанием и должен включать заднюю фиксацию в сочетании с техникой ALIF (Rao P.J. et al., 2015b).

Доступ при ALIF связан с несколькими ключевыми преимуществами. Во-первых, этот метод позволяет получить прямой обзор дискового пространства по средней линии и широкое латеральное обнажение тел позвонков, что обеспечивает эффективное очищение дискового пространства с быстрой подготовкой замыкательной пластинки. Кроме того, передний доступ позволяет максимально увеличить размер и площадь поверхности импланта, что способствует агрессивной коррекции лордоза и восстановлению высоты межпозвонковых отверстий. Это может привести к высокой скорости спондилодеза с достаточной подготовкой дискового пространства (Hsieh P.C. et al., 2007; Phan K. et al., 2015). ALIF также позволяет сохранить задние мышцы позвоночника и переднебоковые поясничные мышцы, что может уменьшить послеоперационную боль и риск инвалидизации. К недостаткам метода ALIF относятся связанные с доступом осложнения, такие как ретроградная эякуляция и повреждение внутренних органов и сосудов (Phan K. et al., 2015; Mobbs R.J. et al., 2016).

Одним из оригинальных подходов к поясничному межтеловому спондилодезу является методика PLIF. С момента первоначального описания техники PLIF Briggs и Milligan в 1944 г. и Cloward в 1952 г. метод PLIF претерпел изменения с

развитием дополнительных вариантов костного блока, усовершенствованных методов спинального сегментарного спондилодеза, инновационных имплантов, включая широкий спектр межтеловых имплантов, которые мы используем сегодня, и использование фиксации транспедикулярными винтами для заднего спондилодеза (Briggs H., Milligan P., 1944; Cloward R.V., 1952). Благодаря усовершенствованию имплантов и методик результаты спондилодеза при PLIF улучшились.

Задний доступ может быть подходящим при дегенеративных состояниях, требующих выполнения спондилодеза. Некоторым пациентам с сегментарной нестабильностью, рецидивирующей грыжей диска, симптоматическим спинальным стенозом и ложным суставом также может помочь процедура PLIF. Противопоказаниями к операции заднего спондилодеза являются обширные эпидуральные рубцы, арахноидит и активная инфекция (Mobbs R.J. et al., 2015).

Есть несколько преимуществ, связанных с хирургией PLIF. Во-первых, PLIF-доступ — это традиционный поясничный доступ, которому большинство спинальных хирургов хорошо обучены и которым удобно пользоваться. Задний доступ обеспечивает превосходную визуализацию нервных корешков без нарушения кровоснабжения трансплантата. Техника выполнения спондилодеза из заднего доступа также позволяет осуществить 360-градусный спондилодез через один разрез. PLIF обеспечивает адекватное восстановление высоты межтелового промежутка и декомпрессию невралгических структур при сохранении заднего поддерживающего комплекса (Lestini W.F. et al., 1994). Кроме того, существуют хорошие возможности по коррекции деформации с возможным двусторонним освобождением фасеточных суставов по сравнению с методикой TLIF. Существует несколько недостатков, которые следует учитывать. Во-первых, может быть значительное параспинальное ятрогенное повреждение, связанное с длительной ретракцией мышц (Fan S. et al., 2010). Это может задержать восстановление и мобилизацию из-за травмы мышц, связанной с доступом. При использовании этой техники может быть трудно исправить коронарный дисбаланс и восстановить поясничный лордоз. Подготовка замыкательной

пластинки может быть более трудной по сравнению с передними доступами. Другие потенциальные риски включают ретракционное повреждение нервного корешка, вызывающее фиброз и хроническую радикулопатию (Zhang Q. et al., 2014).

Еще одним задним хирургическим доступом для спондилодеза является TLIF. Harms и Rollinger в 1982 году сообщили о новой методике трансформинального доступа путём фасетэктомии для введения межтелового кейджа, заполненного костной крошкой, называемой TLIF (Harms J., Rolinger H., 1982). Основной проблемой при подходе задним доступом была необходимость в ретракции нерва, что могло быть связано с потенциальным повреждением нервных корешков, разрывами твердой мозговой оболочки и эпидуральным фиброзом. Чтобы устранить это ограничение, был предложен подход TLIF, включающий прямой односторонний доступ к межпозвонковому отверстию с одновременным уменьшением прямой диссекции и хирургической травмы мышц позвоночника. Открывая межпозвонковое отверстие только с одной стороны, можно уменьшить повреждение важных анатомических структур, таких как нервные корешки, твердая мозговая оболочка и желтая связка. Как и другие процедуры, TLIF может выполняться с помощью открытой процедуры или малоинвазивной техники с меньшими размерами разрезов и использованием микроскопии (Mobbs R.J. et al., 2015; Калинин А.А. и соавт., 2022).

Показания и противопоказания аналогичны PLIF. По сравнению с традиционной техникой PLIF существенным преимуществом TLIF является сохранение связочных структур, которые играют важную роль в восстановлении биомеханической стабильности сегмента и прилегающих структур (Humphreys S.C. et al., 2001). При использовании TLIF одиночный односторонний разрез может обеспечить двустороннюю опору передней колонны. Доступ с использованием миниинвазивной техники и оптического увеличения (лупы или микроскопа) способствует уменьшению травмы мышц, связанной с доступом, свести к минимуму кровотечение и улучшить послеоперационное восстановление. Недостатком является то, что TLIF, как и PLIF, связан со значительным

параспинальным ятрогенным повреждением мышц при их длительной ретракции. По сравнению с передним доступом подготовка замыкательной пластинки может быть затруднена. Восстановление локального и регионарного лордоза в поясничном отделе позвоночника имеет решающее значение для сохранения и, возможно, улучшения сагиттального баланса позвоночника. В нескольких исследованиях сообщалось, что изменение высоты диска, сегментарного лордоза и всего поясничного лордоза до и после операции при TLIF было меньше, чем при ALIF (Hsieh P.C. et al., 2007; Kim J.-S. et al., 2010). Это позволяет предположить, что TLIF уступает ALIF по способности восстанавливать высоту диска и поясничный лордоз.

В нескольких исследованиях были предприняты попытки сравнить PLIF и TLIF с точки зрения клинических результатов и исходов спондилодеза. Чтобы обобщить имеющиеся данные, Zhang et al. провели систематический обзор и метаанализ в 2014 г., а Teng et al. в 2017 г. Метод PLIF характеризовался более высоким уровнем осложнений, в то время как TLIF характеризовался меньшим количеством повреждений ТМО. Объем кровопотери, повреждение нервных корешков, неправильное положение импланта и инфекция были схожи между когортами по методам PLIF и TLIF. PLIF, однако, требовал более длительного времени операции. PLIF характеризуется лучшей возможностью по коррекции деформации при двусторонней фасетэктомии и возможной более агрессивной дискэктомии. Однако ни TLIF, ни PLIF не были признаны лучшими с точки зрения клинической удовлетворенности или скорости формирования спондилодеза по данным рентгенологических исследований (Zhang Q. et al., 2014; Teng I. et al., 2017).

Некоторые исследования также рассматривали малоинвазивные варианты для PLIF и TLIF. Открытый доступ характеризуется лучшими возможностями по коррекции деформации с возможной двусторонней фасетэктомией. Тем не менее, малоинвазивные варианты PLIF/TLIF характеризуются уменьшением кровопотери и более коротким пребыванием в стационаре, хотя и с более длительным временем самой операции. На сегодняшний день не существует каких-либо

доказательств различий в исходах, связанных с пациентами, при сравнении открытых и малоинвазивных подходов (Mobbs R.J. et al., 2012; Mobbs R.J. et al., 2013).

Несмотря на существенные различия в доступах, спондилодез из переднего и заднего доступов включает удаление дегенеративного диска и установку межтелового импланта. Передний и задний доступы связаны со своими уникальными преимуществами и недостатками. Текущие данные, сравнивающие ALIF и TLIF, остаются в основном ограниченными ретроспективными данными наблюдений. Не было опубликовано ни одного многоцентрового проспективного рандомизированного контролируемого исследования, сравнивающего варианты спондилодеза из переднего и заднего доступов при одно- или многоуровневых патологиях. В метаанализе 2015 г. не было продемонстрировано существенной разницы в скорости сращения между ALIF и TLIF. Было обнаружено, что повреждение твердой мозговой оболочки значительно ниже в группе ALIF, повреждение кровеносных сосудов значительно выше в группе ALIF, в то время как не было обнаружено различий с точки зрения неврологического дефицита и частоты инфекционных осложнений (Teng I. et al., 2017).

Теоретически ALIF позволяет повторно расширить дисковое пространство и восстановить поясничный лордоз. Восстановление локального и регионарного лордоза в поясничном отделе позвоночника имеет решающее значение для сохранения и, возможно, улучшения сагиттального баланса позвоночника. Результаты Hsieh et al. показали, что ALIF превосходит TLIF в возможности восстановления локального поясничного лордоза. ALIF увеличил локальный угол диска на 8,3 градуса и поясничный лордоз на 6,2 градуса, тогда как TLIF уменьшил локальный угол диска на 0,1 градуса и поясничный лордоз на 2,1 градуса (Hsieh P.C. et al., 2007). Точно так же Kim et al. сообщили, что изменение высоты диска, сегментарного лордоза и общего поясничного лордоза до и после операции при ALIF было больше, чем при TLIF. Это позволяет предположить, что ALIF превосходит TLIF по способности восстанавливать высоту диска и поясничный лордоз (Kim J.-S. et al., 2010). Превосходная эффективность ALIF

может быть связана с тем, что он обеспечивает эффективный доступ к переднему столбу, позволяя полностью очистить пространство диска и возможность установить межтеловой кейдж большего размера для восстановления высоты диска и сегментарного лордоза (Hsieh P.C. et al., 2007; Rao P.J. et al., 2015).

Межтеловой спондилодез остается эффективным вариантом лечения дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника. Существуют различные подходы для межтелового спондилодеза, включая PLIF, TLIF, ALIF и LLIF. Имеются ограниченные сравнительные данные, демонстрирующие, что один подход превосходит другой с точки зрения спондилодеза или клинических результатов. Использование подобных техник спондилодеза может достигаться и использованием малоинвазивных технологий (MIS), что в своей работе продемонстрировали И.Г. Василенко с соавт. (Василенко И.И. и соавт., 2022).

И ALIF, и TLIF являются наиболее распространенными методами для поясничного межтелового спондилодеза. Похоже, что ALIF превосходит TLIF по способности восстанавливать высоту диска и поясничный лордоз. Однако хирургическое лечение с помощью ALIF более дорогостоящее, чем с TLIF. Клинические исходы при ALIF были аналогичны таковым при TLIF (Rao P.J. et al., 2015).

1.4 Сагиттальный баланс и его роль при стабилизирующих вмешательствах на поясничном и крестцовом отделе позвоночника

Сагиттальный баланс позвоночника — это недавний концепт, разработанный первопроходцами ортопедического направления во второй половине 20-го века и получивший широкое распространение в начале 21-го века. До наших дней многие концепции искривлений позвоночника были описаны Гиппократом в Древней Греции и до сих пор используются в большом количестве анатомических публикаций (Facsimile plates and line for line hieroglyphic transliteration, 1991). Лордоз и кифоз имеют греческую этимологию, и, вероятно, Гален впервые

использовал термин «ithioscoliosis» для описания естественных изгибов позвоночника в сагиттальной плоскости (Galen, Siegel R.E., 1976).

Развитие данного концепта неразрывно связано с развитием фундаментальной науки и появления новых диагностических методов. В самом конце 19 века Вильгельм Конрад Рентген в 1895 году сделал первую рентгенограмму руки своей жены Анны и положил начало новому этапу в медицинской науке. Из-за высокого риска облучения и негативных эффектов, возникающих в результате длительного и сильного воздействия рентгеновского излучения, систематическое использование рентгенограмм началось поздно и в основном при деформациях позвоночника, таких как сколиоз. Боковая полноростовая рентгенография выполнялась исключительно при тяжелых кифотических деформациях и почти никогда не выполнялась при обследовании по поводу идиопатического сколиоза. Только в самом конце 20-го века полноростовые рентгенограммы стали рутинно использоваться для диагностики и лечения заболеваний позвоночника благодаря снижению дозы с использованием нового поколения цифровых рентгеновских аппаратов, последним поколением которых на данный момент являются диагностические системы подобные EOS. В первой половине 20-го века, на фоне общего роста публикаций по биомеханике, возник интерес и к биомеханическим аспектам позвоночного столба. В 1920 году Jules Amar опубликовал свою работу «The Human Motor» по анализу физических и физиологических компонентов походки и повседневных задач у тысяч ветеранов-инвалидов во Франции (Amar J., 1920).

В 1950-х годах André Delmas, французский профессор и анатом из Парижского университета, посвятил часть своих исследований антропологии. В 1951 году Delmas описал индекс искривления позвоночника: $(\text{высота позвоночника} \times 100) / \text{длина позвоночника}$. Оба измерения проводились от атланта до нижней замыкательной пластинки L5 позвонка. Для прямого позвоночника индекс будет равен 100, но чем больше искривлен позвоночник, тем меньше будет его индекс. С помощью этой техники он классифицировал три вида позвоночника: прямой позвоночник (индекс >96), нормальный позвоночник

(индекс от 94 до 96) и изогнутый позвоночник (индекс <94). Первый тип позвоночника он назвал «динамическим», а третий — «статическим» (Delmas A., Depreux R., 1953).

В 1982 году Pierre Stagnara et al. первым опубликовал анализ полноростовых боковых рентгенограмм у 100 молодых взрослых добровольцев, используя стандартизированное положение стоя. Это было одно из первых исследований, в которых использовалась оцифровка каждого рентгеновского снимка. Статистический анализ этих результатов был выполнен с использованием компьютера (Stagnara P. et al., 1982).

В 1985 году During et al. предположили, что «абберации осанки» могут вызывать боль в пояснице в результате концентрации внутреннего напряжения. Их концепция была довольно продвинутой для того времени. Авторы исследовали боковые рентгенограммы в положении стоя у 52 бессимптомных лиц и 77 пациентов с различной патологией поясничного отдела позвоночника. Идеи машиностроения привели инженера Дюринга и его коллег к рассмотрению поясничного отдела позвоночника как многосегментного коленчатого вала, прикрепленного к тазу. Авторы утверждали, что для создания однородного распределения напряжений первостепенное значение имеют мгновенная форма коленчатого вала, его положение по отношению к направлению силы и положение основания. Эта позиция была колыбелью знаний о сагиттальном балансе (During J. et al., 1985).

Взаимосвязь между формой, положением таза в пространстве и поясничным лордозом была впервые описана в 1992 г. Duval-Beaupère et al. и широко освещалось в литературе (Duval-Beaupère G., Schmidt C., Cosson P., 1992; Legaye J. et al., 1998; Duval-Beaupere G. et al., 2002).

Авторы предложили в качестве ключевого фактора сагиттального баланса позвоночника анатомический параметр таза, называемый тазовым индексом (Pelvic incidence - PI), определяемый как угол между линией, перпендикулярной крестцовой замыкательной пластинке в ее средней точке, и линией, соединяющей эту точку с центром головок бедренных костей. Чрезвычайно важно понимать,

что этот тазовый параметр постоянен для каждого человека после окончания его роста, так как коррелирует с формой таза, но в то же время он определяет два переменных параметра, которыми являются наклон крестца (Sacral Slope - SS) и наклон таза (Pelvic Tilt - PT).

Наклон таза (PT) — это позиционный параметр, определяемый как угол между линией, соединяющей середину замыкательной пластинки крестца с осью, проведённой через головки бедренных костей, и вертикальной линией.

Наклон крестца (SS) является вторым переменным позиционным параметром таза, определяемым углом между крестцовой замыкательной пластинкой и горизонтальной линией. Значение этих тазовых параметров в клинической практике обобщено в статье Barrey с соавт. (Barrey C., Darnis A., 2015).

Простая геометрическая конструкция по дополнительным углам показывает, что анатомический параметр «тазовый индекс» представляет собой алгебраическую сумму «наклона крестца» и «наклона таза».

Связь между поясничным лордозом и наклоном крестца была хорошо описана Stagnara et al., которые установили линейное увеличение поясничного лордоза (LL) с увеличением наклона крестца (Stagnara P. et al., 1982). Эта корреляция между SS и LL, которая является самой сильной корреляцией между всеми позвоночно-тазовыми параметрами, была подтверждена в 2002 г. Vaz и Roussoly ($r = 0,85$) и Vialle et al. в 2005 г. ($r = 0,86$) (Vaz G. et al., 2002; Vialle R. et al., 2005). Duval-Beaupere в своей работе продемонстрировал, что PI, который является единственным независимым, неизменным и анатомическим параметром, отражающим форму таза, существенно влияет на ориентацию таза и пространственную организацию поясничного лордоза (Duval-Beaupere G. et al., 2002). Низкое значение PI предполагает низкие значения тазовых параметров и уплощенный лордоз, тогда как высокое значение PI предполагает более высокий наклон крестца, больше возможностей для наклона таза и более выраженный поясничный лордоз (Barrey C., Darnis A., 2015). Это наблюдение было

подтверждено и уточнено в работах Pierre Roussoly с соавт. (Roussouly P. et al., 2005, 2006).

Legaye et al. продемонстрировал прогностические формулы поясничного лордоза в зависимости от параметров таза и ротации позвонков у пациентов со сколиозом. Это первые прогностические формулы для расчета поясничного лордоза (Legaye J. et al., 1998). Однако практическое применение результатов этого исследования ограничено из-за небольшого числа пациентов. Schwab et al. предложил следующую формулу: $PI = LL \pm 9^\circ$, которая тоже была рассчитана для небольшого числа субъектов и, следовательно, имеет низкую точность для низких и высоких значений тазового индекса, что может приводить к ошибкам в повседневной практике (Schwab F. et al., 2009).

Roussouly et al. на основе большой базы данных, полноростовых латеральных рентгенограмм предложили формулу поясничного лордоза, которая была дополнена Le Huec et al. и их базой данных 3D снимков, полученных с использованием низкодозовой технологии визуализации EOS у 268 здоровых взрослых людей из разных этнических групп: $LL (L1-S1) = 0,54 \times PI + 27,6$. Таким образом, эта формула, рассчитанная на статистически более мощной выборке в трехмерном изображении и без возможных искажений, является более точной, чем формулы, полученные ранее на статистически слабой выборке. В этом исследовании также получена довольно простая формула, связывающая тазовый индекс с наклоном таза и наклоном крестца: $PT = 0,44 PI - 11,4$ (Roussouly P. et al., 2005; Le Huec J.C., Hasegawa K., 2016).

В проспективном исследовании нормальных бессимптомных субъектов Roussoly et al. рассматривал эти параметры позвоночника и таза для определения четырех типов позвоночника (или позвоночно-тазовых типов), в частности, принимая во внимание точку перехода (соответствующую биомеханическому переходу от «поясничного лордоза» на «грудной кифоз»). Это первая классификация, описанная для стратификации формы позвоночника у населения, которая помогает понять варианты патологии позвоночника (Roussouly P. et al., 2005).

Типы 1 и 2 характеризуются небольшим наклоном крестца (менее 35°):

- Тип 1 имеет небольшую нижнюю дугу лордоза с низкорасположенной вершиной лордоза на уровне L5 позвонка. Таким образом, лордоз «короткий», а кифоз грудопоясничный.
- Тип 2 имеет уплощенную нижнюю дугу с очень небольшой кривизной. Так называемая «плоская» спина.
- Тип 3 соответствует среднему наклону крестца (от 35° до 45°) с вершиной лордоза на уровне L4 позвонка. Лордоз почти равномерно распределен по обеим дугам. Это наиболее уравновешенный тип.
- Тип 4 соответствует крутому наклону крестца (более 45°) с вершиной лордоза в передненижнем углу L3. Общий угол лордоза больше и включает большее количество позвонков, чем другие типы. Грудной кифоз короче.

Последние два типа лордоза по данным А.Л. Кудяшева с соавт. часто могут приводить к дегенеративным изменениям заднего опорного комплекса и формированию дегенеративного стеноза (Кудяшев А.Л. и соавт., 2013).

Barrey et al. были первыми, кто сгруппировал данные 154 бессимптомных добровольцев, описал тазовые и спинальные параметры как функцию тазового индекса. В этом исследовании испытуемых разделили на 6 групп в зависимости от угла наклона таза. Однако в крайних группах не было достаточного количества лиц для выявления статистически значимой разницы (Barrey C. et al., 2007). Работа Le Huec и Hasegawa подкрепляет исследование Barrey подгруппами достаточного размера. Согласно данным этих исследований можно сделать вывод, что при тазовом индексе ниже среднего значения (50°) угол лордоза имеет тенденцию к увеличению, а тазовый индекс уменьшается, тогда как при тазовом индексе около 50° лордоз как правило равняется тазовому индексу ($LL = PI$), а когда тазовый индекс превышает 65°, лордоз имеет тенденцию быть меньше, чем PI (Le Huec J.C., Hasegawa K., 2016). Таким образом, часто используемая формула $PI = LL + 9^\circ$ справедлива только для малых тазовых индексов, что приводит к многочисленным ошибкам оценки, когда тазовый индекс больше 50°. Это может быть одной из причин гиперкоррекции лордоза при выполнении задней

субтракционной остеотомии у пациентов с большим тазовым индексом (Schwab F. et al., 2009).

Д.В. Иванов и соавт. совсем недавно представили своё видение взаимосвязей позвоночно-тазовых взаимоотношений и обобщение ранее представленных формул (Иванов Д.В. и соавт., 2022).

В 1998 г. Janik et al. предположили, что поясничному лордозу соответствует простая геометрическая модель в форме эллипса, параллельного позвоночнику на уровне от Th12 до S1. Эллиптическая модель представляла собой примерно 85-градусную часть квадранта и предполагала, что около 70 % поясничного лордоза располагалось между L4 и S1, а 40 % лордоза приходилось на L5–S1 (Janik T.J. et al., 1998).

В своей работе А.И. Продан с соавт. отметили, что параметры позвоночно-тазовых взаимоотношений значительно влияют на дегенеративный процесс в нижнепоясничных сегментах, что только подтверждает величину вклада этих сегментов в поясничный лордоз (Продан А.И. и соавт., 2006).

Исследования в области сагиттального профиля позвоночника и взаимосвязи его конфигурации с тазовыми параметрами ввели понятие глобального сагиттального баланса позвоночника. Цель определения глобального сагиттального баланса состоит в том, чтобы связать шейный, грудной и поясничный отделы позвоночника с формой и/или положением таза в пространстве. В первых работах, посвящённых данным исследованиям за основу параметров глобального баланса, взяли положение С7 позвонка в пространстве.

Vital et al. предложили провести исследование внутреннего уха, включая шейный отдел позвоночника и череп, для оценки общего баланса (Vital J.M., Senegas J., 1986). Другие исследования были сосредоточены на положении тела Th1 позвонка, которое благодаря цифровому рентгеновскому оборудованию нового поколения стало лучше видно на снимках. Во Франции Duval-Beaupère et al. использовал для ориентира параметров глобального баланса тело Th9 позвонка, из-за его расположения в проекции глобального центра тяжести тела человека (Duval-Beaupère G., Robain G., 1987). В дистальной части анатомии-

ческими ориентирами в основном были замыкательная пластинка S1 позвонка и центры головок бедренных костей. Различные параметры глобального баланса описывались либо как расстояние, либо как углы (Barrey C., Roussouly P., 2004).

Результатом изучения глобального сагиттального баланса стали интегральные параметры, позволяющие описать состояние баланса у того или иного человека:

1. Наклон Th9 позвонка. Duval-Beaupère определил этот параметр, чтобы указать сагиттальный баланс через центр масс тела человека (Vialle R. et al., 2005). Наклон Th9 представляет собой угол между двумя линиями, а именно, вертикальной линией, проходящей через центр Th9, и линией, соединяющей центр головок бедренных костей и центр тела Th9 позвонка.

2. Линия отвеса C7 (C7 Plumb line - C7PL). Представляет собой вертикальную линию, проведённую от центра C7 позвонка. Как правило измеряется расстояние от этой линии до заднего края замыкательной пластинки S1 позвонка.

Четкое изображение тела позвонка C7 возможно на большинстве боковых полноростовых рентгенограмм позвоночника. Анализ литературы, проведённый Kuntz с соавт. подтвердил, что этот параметр является надежным и стабильным индикатором общего сагиттального баланса, поэтому широко используется в научных исследованиях (Kuntz C. et al., 2007).

Существует три метода использования отвеса C7 для оценки сагиттального баланса:

1. Метод измерения расстояний. Сагиттальная вертикальная ось (Sagittal Vertical Axis – SVA) широко используется как метод для оценки глобального сагиттального баланса. SVA — расстояние от отвесной линии C7 до заднего конца замыкательной пластинки крестца. Schwab et al. определили величину SVA большую 5 см как показатель сагиттального дисбаланса. Однако, хорошо известно, что рентгенографические измерения подвержены ошибкам. Неточная калибровка может привести к ошибочному анализу. SVA считается положительным, если отвес C7 проходит кпереди от задневерхнего угла крестца, и

отрицательным, когда отвес C7 проходит кзади от задневерхнего угла крестца (Schwab F.J. et al., 2012).

2. Метод измерения углов. Используя линию, проведенную от центра тела C7 позвонка до центра замыкательной пластинки крестца, можно определить два угла:

— Наклон C7 — это позиционный параметр. Угол довольно постоянный в бессимптомной популяции и составляет примерно от 3° до 5° кзади от вертикальной линии.

— Спиносакральный угол (Spinosacral angle - SSA) представляет собой морфологический параметр, состоящий из угла, образованного линией вдоль крестцовой замыкательной пластинки, и линией, проходящей от центра тела C7 позвонка до середины замыкательной пластинки крестца, как описал Roussouly et al. Он определяет общий кифоз грудопоясничного отдела позвоночника без учета шейного отдела позвоночника. Существует прочная связь между SSA и SS у людей без признаков заболевания, что указывает на совокупность балансирующих усилий организма в нормальных условиях по поддержанию баланса отвеса C7 позвонка над крестцом (Roussouly P. et al., 2006).

— Позвоночно-тазовый угол (Spinopelvic angle - SPA), впервые описанный Roussouly et al., а затем Obeid описал его как глобальный наклон (Global Tilt - GT), представляет собой угол между линией, проходящей от центра C7 до середины замыкательной пластинки S1, и линией, соединяющей середину головок бедренных костей и середину замыкательной пластинки S1 позвонка. Obeid продемонстрировал хорошую корреляцию с глобальным балансом (Obeid I. et al., 2016).

3. Метод отношения расстояний. Впервые был описан Barrey et al. как отношение между горизонтальным расстоянием от отвеса C7 (C7PL) до заднего конца замыкательной пластинки крестца и горизонтальным расстоянием от C7PL до центра головок бедренных костей. Соотношение позволяет анализировать положение отвеса C7 относительно этих морфологических ориентиров (Barrey C., Roussouly P., 2004).

— Если C7PL находится позади замыкательной пластинки крестца, соотношение выше 1 и позвоночник сбалансированный.

— Если C7PL находится между головками бедренных костей и задним концом крестцовой замыкательной пластинки, соотношение находится между 0 и 1, а баланс позвоночника скомпрометирован.

— Если C7PL находится впереди головок бедренных костей, позвоночник не сбалансирован.

В повседневной практике предпочтительнее использовать метод измерения углов или отношения расстояний, так как они не подвержены ошибкам калибровки, обычно встречающимся на рентгенограммах. Кроме того, чтобы нивелировать некоторые из этих проблем, был предложен ещё один угловой метод описания глобального баланса: угол таза T1 (T1 Pelvic Angle - T1PA), вершинами которого являются центр тела позвонка T1, центры головок бедренных костей и середина замыкательной пластинки S1. Несмотря на отсутствие необходимости в калибровке, небольшие вариации T1PA довольно сложно обнаружить, и научное обоснование применения этого критерия несколько меньше, чем в случае с SVA (Mac-Thiong J.-M. et al., 2010; Protopsaltis T. et al., 2014).

В недавних работах некоторые авторы, выявили роль нижних конечностей в сагиттальном балансе. Mangione et al. описали угол между вертикальной линией и диафизом бедренной кости, при согнутых коленях (Mangione P., Sénégas J., 1997). Ряд авторов, описывая коксартроз, продемонстрировали взаимосвязь искривлений позвоночника, ретроверзии таза и ориентации вертлужной впадины (Yoshimoto H. et al., 2005; Аверкиев В.А. и соавт., 2012; Кудяшев А.Л. и соавт., 2013). Lazennec et al. продемонстрировали эффективность тазобедренного протеза при дегенеративном спинальном кифозе (Lazennec J.-Y., Brusson A., Rousseau M.-A., 2011; Lazennec J.Y. et al., 2007). Trojani et al. описали резерв разгибания бедра, который используется при запрокидывании таза назад, вызывая наклон бедренной кости и сгибание коленей, если этот резерв превышает (Trojani C. et al., 2006).

В 2011 году Le Huec et al. описал «индекс полного баланса» (Full Balance Index - FBI) для предоперационного планирования необходимой коррекции (Le Huec J.C. et al., 2011, 2011). В 2015 году авторы представили результаты успешного применения данной методики для оценки и коррекции сагиттального баланса (Le Huec J.C. et al., 2015).

Углы, используемые для этого планирования, определяются следующим образом:

— Угол трансляции С7 позвонка (C7 Translation Angle - C7TA): это угол с вершиной в центре тела L4 позвонка между фактическим положением центра тела С7 позвонка и положением тела С7 позвонка на линии «идеального» отвеса С7 (вертикальная линия от заднего края замыкательной пластинки крестца).

— Угол наклона бедренной кости (Femoral Obliquity Angle - FOA): угол между осью диафиза бедренной кости и вертикальной линией.

— Угол компенсации наклона таза (Pelvic Tilt Compensation Angle - PTCA): является расчётным параметром в зависимости от величины угла наклона таза. При $PT < 15^\circ = 0^\circ$, при $15 > PT < 25^\circ = +5^\circ$, при $PT > 25^\circ = +10^\circ$.

Итоговая формула индекса полного баланса: $FBI = C7TA + FOA + PTCA$. Сумма этих трех измерений дает значение коррекции поясничного лордоза, необходимое для восстановления баланса, адаптированного к пациенту. Однако этот метод также может быть использован для анализа общего баланса. Его среднее значение у бессимптомных людей составляет менее 5° и может быть отрицательным (Le Huec J.C. et al., 2011).

Принимая во внимание теоретический лордоз для каждого отдельного пациента и его PI, а также нормальное распределение лордоза вдоль поясничного отдела позвоночника, можно рассчитать величину коррекции лордоза в соответствии с длиной конструкции и величиной сегментарного дефицита лордоза на поражённом уровне (Иванов Д.В. и соавт., 2022; Крутько А.В., 2006; Крутько А.В. и соавт., 2020; Barrey C., Darnis A., 2015).

Согласно Verjano et al. предоперационное планирование с учётом вышеописанных методик оценки позвоночно-тазовых взаимоотношений и параметров

сагиттального баланса сегодня обязательны для применения при любом декомпрессивно-стабилизирующем вмешательстве (Berjano P. et al., 2013). Дополняют эти идеи работа В.С. Климова с соавт., которая говорит о необходимости дифференцированного подхода в оперативной тактике лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника в зависимости от параметров баланса позвоночника (Климов В.С. и соавт., 2020). Несмотря на большой объём научных работ Василенко с соавт. отмечают, что изменения сагиттального баланса у пациентов пожилого и старческого возраста требуют дальнейшего изучения (Василенко И.И. и соавт., 2015). В своих работах Е.С. Байков с соавт. отмечают значительное улучшение показателей позвоночно-тазового и глобального сагиттального баланса после многоэтапного коррегирующего хирургического лечения, что приводит к улучшению клинических показателей (Байков Е.С. и соавт., 2022, 2020).

К сожалению, все методы расчёта коррекции лордоза, основанные на параметрах глобального баланса, требуют наличие в учреждениях здравоохранения современной дорогостоящей рентгеновской аппаратуры, как правило иностранного производства, что затягивает применение новых научных открытий на всей территории Российской Федерации в области лечения дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника с учётом параметров сагиттального баланса.

В литературных источниках нами не было обнаружено данных о сравнительных клинических результатах применения различных методик предоперационного планирования и коррекции поясничного лордоза при декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на поясничном и крестцовом отделах позвоночника, обусловленных дегенеративными стенозами. Мы понимаем критическую необходимость проведения анализа глобального баланса позвоночника для выполнения протяжённых декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств, но хотели оценить возможность применения расчётов, основанных на тазовом индексе пациента при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах. Это послужило главной идеей для проведения

данного исследования, в котором мы решили сравнить предоперационное планирование, основанное только на позвоночно-тазовых параметрах, и планирование, основанное на уже доказавшем свою эффективность индексе глобального баланса FFI.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика групп пациентов

Работа основана на проспективном анализе результатов лечения 168 пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника от уровня L3 до уровня S1, проходивших лечение в нейрохирургическом отделении №2 ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» в период с 2015 по 2018 г. с разного рода дегенеративными изменениями поясничного отдела позвоночника, приводящими к уменьшению величины поясничного лордоза и, как следствие, нарушению сагиттального баланса всего пациента. Всем пациентам выполнялась декомпрессия позвоночного канала и невралгических структур из заднего срединного доступа с последующей стабилизацией системами транспедикулярной фиксации по методике трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза (TLIF). Хирургическое лечение проводилось по поводу моно- и полирадикулярного болевого синдрома, синдрома перемежающейся нейрогенной хромоты на одном или нескольких уровнях. Нарушения параметров величины поясничного лордоза и сагиттального баланса сочетались с болевым синдромом, наличием различных неврологических расстройств и снижением качества жизнедеятельности пациентов.

Хирургическое лечение пациентов осуществлялось 2 хирургами нейрохирургического отделения №2 ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе высшей категории, хирургический стаж работы которых в вертебродологии составлял от 9 до 22 лет с количеством операций на позвоночнике от 1200 до 7000.

В соответствии с дизайном нашего исследования были определены следующие критерии включения и исключения из исследования.

Критерии включения:

- возраст от 18 до 80 лет;
- наличие стойкого или рецидивирующего радикулярного болевого

синдрома, синдрома перемежающейся нейрогенной хромоты, не купирующихся консервативными методами лечения в течение 1 месяца;

— дегенеративный стеноз или многоуровневые стенозы поясничного и крестцового отделов позвоночника С и D степени по классификации С. Schizas и N. Theumann (2009) от уровня L3 до S1 по данным МРТ.

Критерии исключения:

- возраст до 18 и старше 80 лет;
- диско-вазкулярный конфликт;
- любая сопутствующая соматическая или другая патология в стадии декомпенсации;
- наличие ранее перенесённых оперативных вмешательств на позвоночнике;
- наличие посттравматической или другого генеза деформации в шейном и грудном отделах позвоночника;
- вторичное поражение позвоночника;
- другая патология позвоночного столба, позвоночного канала и крупных суставов конечностей, включая посттравматические изменения, опухолевые и воспалительные патологические процессы и др.

В соответствии с целями и задачами нашего исследования пациенты были разделены на 1 контрольную и 2 исследовательские группы. После первичного анализа данных и исключения из исследования пациентов с отсутствующими данными для анализа и последующего применения метода простой рандомизации в каждой из групп сформированы окончательные выборки трёх групп исследования. В каждую из групп исследования вошло 30 пациентов.

Применение различных методов для решения нейрохирургических и ортопедических задач в лечении пациентов позволило для исследования выделить три группы пациентов:

Группа 1 (контрольная) состояла из 30 пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на уровнях от L3 до S1 и различными нарушениями сагиттального профиля. У этой группы пациентов осуществляли

одноэтапную хирургическую декомпрессию невральных структур из заднего доступа путем выполнения фасетэктомии с удалением грыжи диска, дискэктомией и протезированием позвоночно-двигательного сегмента ригидными межтеловыми имплантатами по технологии TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion) с ригидной задней транспедикулярной стабилизацией данного сегмента без учета необходимости коррекции величины поясничного лордоза.

Группа 2 (исследуемая) состояла из 30 пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на уровнях от L3 до S1 и различными нарушениями сагиттального профиля. У этой группы пациентов осуществляли одноэтапную хирургическую декомпрессию невральных структур из заднего доступа путем выполнения фасетэктомии с удалением грыжи диска, дискэктомией и протезированием позвоночно-двигательного сегмента ригидными межтеловыми имплантатами по технологии TLIF с ригидной задней транспедикулярной стабилизацией данного сегмента с полноценной коррекцией сагиттального профиля поясничного отдела позвоночника с применением различных техник остеотомии, в зависимости от величины необходимой коррекции сагиттального профиля. Объём коррекции сагиттального профиля у пациентов данной группы рассчитывался на основании величины дефицита лордоза: $dGLL = GLL - GLL_{th}$, где GLL – это величина поясничного лордоза пациента измеренная с помощью программно-аппаратного комплекса на боковых рентгенограммах пациента от уровня тазобедренных суставов до уровня L1 позвонка, выполненных стоя, а GLL_{th} – это величина идеального лордоза, рассчитанная по формуле, предложенной Jean Charles Le Huec и Kazuhiro Hasegawa в 2016 г.: $GLL_{th} = 0.54 * PI + 27.6$ (Le Huec J.C., Hasegawa K., 2016).

Группа 3 (исследуемая) состояла из 30 пациентов с дегенеративными стенозами позвоночного канала на уровнях от L3 до S1 и различными нарушениями сагиттального профиля. У этой группы пациентов осуществляли одноэтапную хирургическую декомпрессию невральных структур из заднего доступа путем выполнения фасетэктомии с удалением грыжи диска, дискэктомией и протезированием позвоночно-двигательного сегмента ригидными

межтеловыми имплантатами по технологии TLIF с ригидной задней транспедикулярной стабилизацией данного сегмента с полноценной коррекцией сагиттального профиля поясничного отдела позвоночника с применением различных техник остеотомии, в зависимости от величины необходимой коррекции сагиттального профиля. Объём коррекции сагиттального профиля у пациентов данной группы рассчитывался по величине индекса полного баланса (FBI – full balance index), предложенного J.C. Le Huec et al. в 2011 г. $FBI=C7TA+FOA+PTCA$.

В рамках данного исследования проводили сравнение клинических результатов хирургического лечения между всеми тремя клиническими группами пациентов. Сравнительная оценка проводилась через 10 дней и далее через 1,5, 3, 6 и 12 месяцев. Сравнение результатов лечения проводилось по данным оценки уровня болевого синдрома и уровню качества жизни пациентов.

Распределение по полу в группах было практически одинаковым с некоторым преобладанием мужчин от 53% до 57%, что наглядно представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пациентов в группах исследования по полу возрасту

Критерии		Группа 1 (n=30)	Группа 2 (n=30)	Группа 3 (n=30)
Возраст M(s) лет		47,1±14,6	45,6±12,6	50,3±14,5
Пол	Мужчины n (%)	17 (57%)	17 (57%)	16 (53%)
	Женщины n (%)	13 (43%)	13 (43%)	14 (47%)

Из таблицы 1 следует, что средний возраст пациентов составил в группе 1 - 47,1±14,6 лет, в группе 2 – 45,6±12,6 лет, а в группе 3 - 50,3±14,5 лет.

В исследование включены пациенты с одно-, двух- и трёхуровневым стенозом позвоночного канала C и D степени согласно классификации C. Schizas и N. Theumann (2009) (Рисунок 1), на уровнях от L3 до S1, без признаков выраженного сколиоза грудного и поясничного отделов позвоночника, а также без грубого неврологического дефицита.

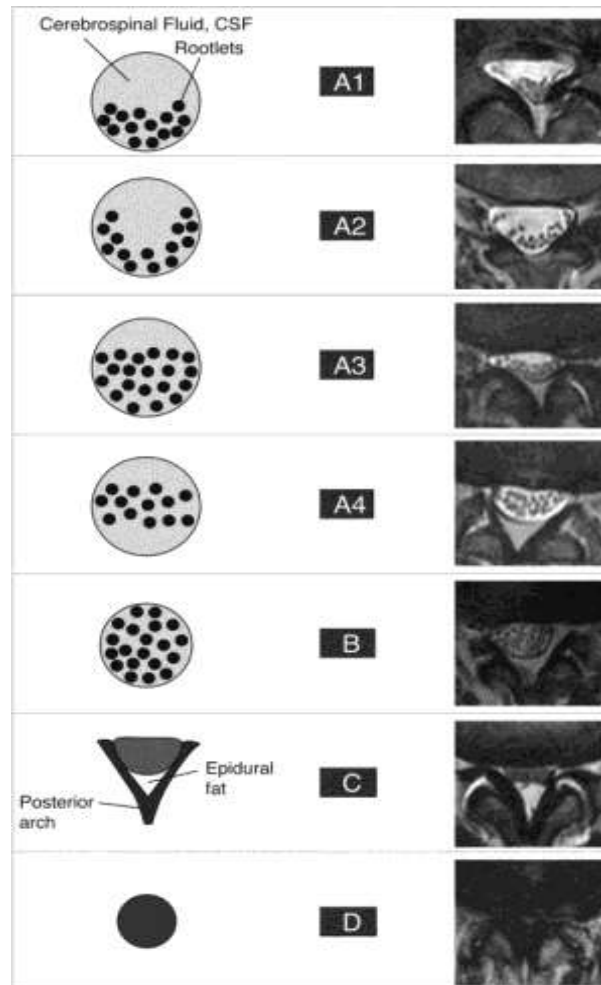


Рисунок 1 – Классификация стеноза позвоночного канала по С. Schizas и N. Theumann (2009)

Как показано на рисунке 1 при стенозе С и D степени отмечается отсутствие достоверной дифференциации нервных корешков в дуральном мешке на уровне поражения за счёт плотного циркулярного сдавления мешка окружающими элементами позвоночного канала.

По количеству уровней поражения преобладали пациенты с одноуровневыми стенозами на уровнях L4-L5 и L5-S1. Распределение пациентов по протяженности дегенеративного стеноза и уровням положения представлено в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Распределение пациентов по протяженности стеноза позвоночного канала

Группа исследования		1	2	3
Количество уровней поражения n (%)	1	24 (80%)	23 (77%)	21 (70%)
	2	6 (20%)	7 (23%)	8 (27%)
	3	0	0	1 (3%)

Из представленной таблицы 1 видно, что во всех группах исследования подавляющее большинство пациентов 70-80% имело одноуровневый дегенеративный стеноз, двухуровневое поражение отмечалось в 20-27% случаев.

Таблица 3 – Распределение пациентов по уровню стеноза позвоночного канала

Группа исследования		1	2	3
Количество поражённых уровней n	L5-S1	16	21	18
	L4-L5	16	13	18
	L3-L4	4	3	4

Из таблицы 3 следует, что во всех группах исследования преобладают поражения уровней L4-L5 и L5-S1, в разных сочетаниях. Во 2 группе исследования отмечается преобладание поражения уровня L5-S1.

Все пациенты перед оперативным лечением проходили курс консервативной терапии длительностью не менее одного месяца, который включал применение различных нестероидных противовоспалительных средств (нimesулид, кеторолак, парацетамол, кетопрофен, ибупрофен и др.) у 100% пациентов, ношение различных корсетов и ортезов пояснично-крестцового отдела позвоночника в течение от нескольких недель до 1 месяца у 48% пациентов, курсы противоотёчной терапии с использованием дексаметазона и эуфиллина на базе стационара или в режиме дневного стационара у 38% пациентов, ЛФК у 30% пациентов, массаж спины у 52%, а также иглорефлексотерапию у 12% больных.

Срок послеоперационного наблюдения за пациентами составил 1 год.

2.2 Методы обследования пациентов

Все пациенты перед операцией и в ближайшем послеоперационном периоде проходили комплексное клиническое, лабораторное и рентгенологическое обследование. В рамках предоперационного планирования всем пациентам выполняли МРТ и МСКТ пояснично-крестцового отдела позвоночника, рентгенографию в прямой и боковой проекции позвоночного столба с функциональными пробами. Пациентам 2 группы обследование дополняли латеральной рентгенографией поясничного отдела позвоночника и таза с захватом тазобедренных суставов в положении стоя до и после оперативного лечения. Пациентам 3 группы исследования выполняли полноростовую панорамную рентгенографию позвоночника в сагиттальной плоскости в положении стоя до и после оперативного лечения. Всем пациентам производили оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), качество жизни оценивали по шкалам ODI (Oswestry Disability Index) и RDQ (Roland Morris Questionnaire). Пациентам 2 и 3 группы перед операцией и после оперативного лечения производили оценку тазовых показателей, таких как: тазовый индекс PI (pelvic incidence), угол наклона таза PT (pelvic tilt), угол наклона крестца SS (sacral slope), величина поясничного лордоза GLL (global lumbar lordosis), углы лордоза в сегментах L4-S1, L5-S1 и L4-L5. Пациентам 3 группы производили оценку параметров глобального сагиттального баланса позвоночника по интегральному индексу FBI (full balance index).

2.2.1 Методы клинического исследования

Все пациенты в предоперационном, раннем и позднем послеоперационном периоде проходили клиническое обследование, состоявшее из оценки неврологического дефицита, оценки уровня болевого синдрома и оценки качества жизни.

Неврологический дефицит оценивали по шкале Американской ассоциации повреждений спинного мозга - American Spine Injury Association (ASIA)

пересмотра 2015 года. Ранжирование тяжести неврологического дефицита осуществляется по пятибалльной шкале от А до Е, где А – тотальное повреждение и отсутствие чувствительности и двигательных функций, а Е – отсутствие какого-либо дефицита. В нашем исследовании пациенты имели нарушения категории D и Е, где сохранена двигательная функция ниже уровня поражения, а также как минимум половина основных мышц ниже уровня поражения имеют силу от 3 баллов и более, а также полное отсутствие неврологических расстройств при наличии болевого корешкового синдрома. К сожалению, в современной литературе нами не было найдено подходящих классификаций, которые могли объективизировать и ранжировать неврологическую картину у пациентов с корешковым типом поражения, и отметить динамику изменения неврологической симптоматики. Поэтому несмотря на то, что она создана для объективизации травматических повреждений спинного мозга, мы активно использовали ее для оценки неврологического статуса у пациентов в нашем исследовании.

Оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) у всех пациентов производили перед операцией и после оперативного лечения, через 10 дней, 1,5, 3, 6, 12 месяцев после операции. Выбор данной шкалы обусловлен её простотой и высоким удобством. Данная шкала впервые была предложена Huskisson в 1974 году, шкала представляет из себя отрезок длиной 10 см, на котором отмечены только две крайние точки: начальная, которая соответствует отсутствию болевого синдрома у пациента, и конечная, которая выражает самую нестерпимую боль, которую пациент когда-либо испытывал или представляет себе. Суть оценки пациентом своего болевого синдрома заключается в установке на данном отрезке вертикальной черты, которая соответствует степени его болевого синдрома. Для интерпретации данной шкалы отрезок от начала до отмеченной пациентом черты измеряется миллиметровой линейкой, где длина отрезка в миллиметрах и соответствует величине болевого синдрома в процентах по ВАШ (Бывальцев В.А. и соавт., 2011).

Для оценки качества жизни пациентов мы применяли анкету качества жизни Освестри, так как это довольно часто применяемая шкала для оценки

нарушения жизнедеятельности, принятая во всем мире. Анкета Освестри – Oswestry Disability Index (ODI) разработана в 1980 г. в городе Освестри Jeremy С.Т. Fairbank. Для нашего исследования мы использовали анкету Освестри в версии 2.1a, переведённую на русский язык, которая состоит из 10 разделов. Каждый раздел состоит из шести утверждений, расположенных по степени усугубления состояния по исследуемому аспекту жизнедеятельности в разделе. В каждом разделе максимально можно набрать 5 баллов. Первый пункт оценивается в 0 баллов, а последний – в 5 баллов. Индекс Освестри (ODI) рассчитывается по формуле: $\text{сумма набранных баллов} / 50 \text{ (количество максимально возможных набранных баллов)} \times 100$. Возможно вычисление индекса Освестри (ODI) при незаполненном одном разделе, тогда индекс высчитывается путём деления на 45 максимально возможных баллов (Бывальцев В.А. и соавт., 2011).

Для более детальной оценки нарушения качества жизнедеятельности мы также оценивали пациентов по анкете Роланда-Морриса (Roland-Morris Disability Questionnaire, RDQ), так как она оценивает именно влияние боли в поясничной области на качество жизнедеятельности. Анкета была впервые опубликована в 1983 г. Martin Roland и Richard Morris. Анкета состоит из 24 простых утверждений, которые пациент отмечает по мере соответствия своего состояния прочитанным утверждениям. Для оценки степени угнетения жизнедеятельности подсчитывается сумма отмеченных утверждений, что формирует шкалу тяжести угнетения качества жизни от 0 до 24 баллов. Чем больше сумма баллов, тем более выраженные нарушения жизнедеятельности испытывает пациент (Бывальцев В.А. и соавт., 2011).

Данные опросники по оценке качества жизни пациенты заполняли до операции, через 10 дней после операции, а также через 1,5, 3, 6, 12 месяцев после оперативного лечения.

2.2.2 Методы инструментального исследования

Лучевые методы исследования

С целью реализации задач нашего исследования всем пациентам выполняли комплексное лучевое обследование перед выполнением оперативного лечения. Лучевое обследование включало в себя выполнение: рентгенографии поясничного отдела позвоночника с функциональными пробами (максимальное сгибание и максимальное разгибание), МСКТ и МРТ поясничного и крестцового отделов позвоночника. К вышеперечисленным методам исследования пациентам 2 группы выполняли рентгенографию поясничного отдела и таза в сагиттальной плоскости в положении стоя, а пациентам 3 группы - полноростовую рентгенографию позвоночника в сагиттальной плоскости. После проведенного лечения больным выполняли контрольные МСКТ поясничного и крестцового отделов, рентгенографию поясничного отдела и таза в сагиттальной плоскости (для пациентов 2 группы) и полноростовую сагиттальную рентгенографию позвоночника (для пациентов 1 и 3 группы).

Подобный подход к лучевому сопровождению пациентов позволил полноценно оценить их состояние и максимально эффективно спланировать объем вмешательства и оценить полученный результат оперативного лечения.

Рентгенография

Всем пациентам рентгенографию поясничного отдела позвоночника с применением функциональных проб выполняли на цифровом рентгеновском аппарате с рентген прозрачным столом-подъемником «АРЦ-ОКО»-01, производства ЗАО «НИПК «Электрон» (Россия). Исследования выполняли в переднезадней и боковых проекциях. Последние – с максимальным сгибанием и максимальным разгибанием в поясничном отделе позвоночника. Это позволило выявить патологическую подвижность между смежными позвонками и обеспечило возможность оценить нестабильность в позвоночно-двигательных сегментах поясничного отдела позвоночника. Исследования выполняли строго в вертикальном положении пациента (Алексеева О.М. и соавт., 2019). Качество рентге-

нограмм определяли на основании следующих критериев правильности технических условий и укладки: симметричностью изображения, срединным расположением остистых отростков в прямой и в боковой проекциях, одноконтурностью задних поверхностей позвонков в боковой проекции, отдельным расположением позвонков и межпозвоночных дисков без проекционных наслоений.

Функциональное рентгенологическое исследование позволило достоверно оценить смещение позвонков друг относительно друга в сагиттальной и коронарной плоскостях с формированием анте-, ретро- и латеролистезов. Кроме того, оценка результатов рентгенографии в прямой и боковой проекциях позволила оценить ротацию позвонков в аксиальной плоскости. Объем нестабильности в позвоночно-двигательном сегменте можно оценить и измерить в миллиметрах и градусах при трансляционной и ротационной нестабильности сегмента соответственно. Объем нестабильности по Posner и Depuis можно определить отношением величины трансляции позвонка к ширине тела позвонка, выраженной в процентах.

Техника измерения нестабильности позвоночно-двигательного сегмента выглядела следующим образом: вдоль задних краёв смежных тел позвонков проводились проекционные линии. Вдоль нижнего края вышележащего позвонка проводилась ещё одна проекционная линия. От точки пересечения проекций нижнего и заднего краёв вышележащего позвонка строилась линия, параллельная заднему краю нижележащего тела позвонка. Расстояние от этой линии до заднего края тела позвонка и была величиной трансляции позвонка. Для снижения погрешностей, связанных с коэффициентом увеличения, объём трансляции вычислялся в результате отношения величины смещения к ширине тела позвонка. Величина сагиттальной ротации - угол, образуемый проекцией нижнего края вышележащего позвонка и верхним краем нижележащего позвонка. Угол считается положительным, если вершина угла располагается кзади от тела позвонка, а если вершина располагается спереди тела позвонка, то угол считается отрицательным. Согласно критериям по White и Panjabi, сегментарная нестабильность при функциональной рентгенографии определяется как сагитталь-

ная, при смещении позвонка более 4 мм, или ангуляционная, при смещении по оси более 15°.

Пациентам 2 группы исследования прямые и боковые рентгенограммы поясничного и крестцового отделов дополнялись снимком в сагиттальной плоскости в положении пациента стоя с обязательным захватом головок бедренных костей, таза и всего поясничного отдела позвоночника. Исследование проводилось до и через 1 месяц после оперативного лечения.

Всем пациентам 3 группы двухпроекционная рентгенография поясничного и крестцового отделов позвоночника дополнялась полноростовой панорамной рентгенографией всего позвоночника в сагиттальной плоскости в положении пациента стоя до и через 1 месяц после лечения.

Пациентам контрольной 1 группы исследования данное исследование выполнялось только через месяц после оперативного лечения. Исследования проводились на установке Philips Digital Diagnost (Netherlands).

Интраоперационно всем пациентам 2 и 3 групп выполняли промежуточный рентгенологический контроль с целью определения корректности положения установленных межтеловых имплантов и транспедикулярных винтовых систем.

Полученные данные рентгенографии в различных вариантах подвергались постпроцессинговой обработке с помощью прикладной программы Surgimar Vol 1.4. Все исследования сохранялись в общей базе данных в DICOM формате и на дисковых носителях. Результатами постпроцессинговой обработки данных для пациентов 1, 2 и 3 групп исследования были подсчеты показателей позвоночно-тазовых взаимоотношений (Pelvic Incidence - PI, Sacral Slope - SS, Pelvic Tilt - PT) величины поясничного лордоза (GLL) и глобального сагиттального баланса (Full Body Index - FBI), которые заносились в базу данных каждого пациента и в дальнейшем подвергались статистической обработке.

Спиральная компьютерная томография (СКТ) поясничного и крестцового отделов позвоночника выполнялась на сертифицированном компьютерном томографе Toshiba Aquillion (Toshiba Medical Systems Corporation, Япония) по стандартному протоколу сканирования с шагом изображения 1 мм. Данный метод

исследования с выполнением мультипланарных реконструкций в трёх взаимноперпендикулярных плоскостях позволял оценить состояние тел позвонков, наличие остеофитов, оссифицированных грыж поясничного отдела, наличие остеофитов, конфигурацию и состояние межпозвонковых суставов, а также признаков спондилоартроза, особенности топографии и размеров позвоночного канала, характер компрессии невральных структур на уровне поражения.

Количественную оценку степени стеноза позвоночного канала по данным СКТ проводили согласно формуле $K=(A-B)/A \times 100\%$, где А- сагиттальный размер позвоночного канала в нейтральной зоне, В – сагиттальный размер позвоночного канала на уровне максимальной компрессии. При величине данного индекса менее 40-45% отмечается клинически значимая величина стеноза позвоночного канала, при которой у большинства пациентов появляются признаки неврологических нарушений (Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю., 2005).

Магнитно-резонансная томография (МРТ) поясничного и крестцового отделов позвоночника выполнялась на сертифицированном томографе Signa Exite (General Electric, США) с напряжением магнитного поля 1,5 Тл. Данный метод исследования позволил провести детальную оценку степени и характера компрессии дурального мешка, корешков конского хвоста, оценить состояние межпозвонковых дисков, их высоту, степень гидратации, наличие или отсутствие грыжевых выпячиваний межпозвонковых дисков, их топографию в позвоночном канале (срединные, медианные, парамедианные, фораминальные), оценить степень гипертрофии связочного аппарата на уровне поражённого позвоночно-двигательного сегмента.

Степень дегенерации межпозвонковых дисков оценивали согласно классификации С.W. Pfirrmann (2001 г.). Также оценивали состояние замыкательных пластинок тел позвонков и реактивные изменения костного мозга в соответствии с классификацией М.Т. Modic (1988 г.)

На основе МРТ существует наиболее используемая на данный момент времени классификация дегенеративного стеноза по Schizas С. от 2010 г., которая

подразделяет стенозы на группы от А до D в зависимости от состояния просвета спинномозгового канала на уровне поражения

2.2.3 Лабораторные и дополнительные методы исследования

На предоперационном этапе всем пациентам выполнялся общий клинический анализ крови, развернутый биохимический анализ крови, общий клинический анализ мочи, коагулограмма для исключения острых заболеваний и обострения хронических воспалительных процессов в организме. Выявлялись случаи приёма системных антикоагулянтов, не выявляющихся обычными тестами свёртываемости крови, таких как Ксарелто или Плавикс.

Дополнительные методы исследования

В обязательном порядке перед операцией были осмотр стоматолога для заключения о санации очагов одонтогенной хронической инфекции, УЗДГ сосудов нижних конечностей для исключения тромбозов сосудов нижних конечностей, также выполнение ЭКГ, а для пациентов старше 70 лет при наличии показаний ещё и эхокардиография. Все пациенты перед операцией консультированы терапевтом, неврологом, женщины ещё и гинекологом.

Пациентам, клиническая картина которых не позволяла достоверно определить искомый уровень поражения, выполнялась ЭНМГ для объективного определения уровня корешкового поражения у конкретного пациента, что иногда существенно влияло на тактику оперативного лечения. В ходе предоперационной подготовки данное исследование было проведено 16 (17,8%) пациентам различных групп исследования.

2.3 Методы и особенности оперативного лечения

В рамках нашего исследования, мы изучали результаты проведённых одно-двух- и трёхуровневых декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств на уровнях от L3 до S1, выполненных из срединного разреза по технологии TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion) с использованием ригидных межтеловых

имплантов (Medtronic – Capstone, США; SpineArt – Juliet, Швейцария), различных титановых транспедикулярных систем (DePuy – Expedium, США; Medtronic – Legacy, США; UralMedIn, Россия; Conmet, Россия; SpineArt – Romeo, Швейцария).

Техника оперативного вмешательства

Укладка пациентов выполнялась после вводного общего эндотрахеального наркоза на рентген прозрачный операционный стол в прон-позицию с подложенными подушками/валиками под верхнюю часть груди и таз, для снижения внутрибрюшного давления и увеличения прогиба в пояснице для лучшей интраоперационной коррекции поясничного лордоза.

После укладки пациента производилась разметка на коже пациента для определения зоны оперативного действия. Разметка производилась с использованием пальпируемых костных ориентиров (остистых отростков позвонков, межостистых промежутков), спицей из нержавеющей хирургической стали и рентгеновской С-дуги ОЕС Elite 9900 (General Electric – США). На кожу специальным хирургическим маркером наносились необходимые ориентиры, позволяющие точно во время операции осуществить доступ к необходимому уровню поясничного отдела позвоночника.

После подготовки необходимого оборудования и укладки пациента производилась широкая трехкратная обработка операционного поля антисептическим готовым раствором АХДЕЗ РЕД (ООО «Петроспирт» – Санкт-Петербург).

Оперативное лечение осуществляли из заднего срединного доступа. Брюшистым скальпелем №24 осуществляли разрез кожи по средней линии согласно ранее нанесённой разметке. Биполярной коагуляцией осуществляли остановку кровотечения из подкожно расположенных сосудов. С помощью монополярного ножа выполняли рассечение подкожно-жировой клетчатки и апоневроза в пределах кожного разреза. После установки ранорасширителя Егорова проводили скелетирование костных структур заднего опорного комплекса и диссекцию пучков мышцы, выпрямляющей позвоночник и многораздельных мышц с использованием прямого распатора Фарабефа и монополярного электроножа. Скелетирование производили до обнажения

латеральных краёв межпозвонковых суставов в зоне интереса и с вовлечением смежного вышележащего уровня.

После обнажения структур заднего опорного комплекса поясничного отдела позвоночника осуществляли декомпрессию дурального мешка и корешков в соответствии с клинической картиной и данными нейровизуализации пациента. С целью декомпрессии дурального мешка выполняли ламинэктомию пистолетными кусачками Керрисона различных размеров и высокооборотистым бором Midas Rex Legend EHS (США), начиная со средней линии и расширяясь в стороны к местам прикрепления желтой связки. Желтую связку аккуратно удаляли с помощью пистолетных кусачек Керрисона, после чего выполняли тщательный гемостаз с помощью биполярной диатермокоагуляции фирмы Söring (Германия).

Далее в зависимости от группы исследования объём костной резекции варьировал в зависимости от задач оперативного лечения. Так у пациентов 1 группы выполняли унилатеральную гемиламинэктомию, медиальную и частично латеральную фасетэктомию и фораминотомию на стороне сдавленных корешков с целью их максимальной декомпрессии и возможности мобилизации корешков, стенок дурального мешка для выполнения последующего удаления грыж, межпозвонковых дисков и протезирования дисков поражённых сегментов. У пациентов 2 и 3 групп исследования осуществляли двустороннюю остеотомию на уровне поражения с целью возможности интраоперационной коррекции поясничного лордоза. Объём остеотомии у пациентов 2 и 3 групп исследования планировали в зависимости от величины необходимой коррекции поясничного лордоза в градусах на уровне оперативного вмешательства. Для коррекции поясничного лордоза выполняли PCO (Posterior Column Osteotomy) остеотомию, которая позволяет добиться изменения лордоза до $10,7^{\circ}$ на одном уровне, что в среднем составляет $1^{\circ}/1$ мм резекции костной ткани. Варианты выполнения PCO включали в себя технику по Понте (PO – Ponte osteotomy) и по Смит-Петерсону (SPO - Smith-Peterson osteotomy) (Рисунок 2). Техника выполнения SPO включала в себя двустороннюю резекцию нижних суставных отростков позвонков и желтой связки в области нижнего края дужки позвонка и нижнего суставного отростка.

Техника выполнения РО предполагала более широкую резекцию верхних и нижних суставных отростков, а также дужек позвонков с полным удалением желтой связки на уровне поражения.

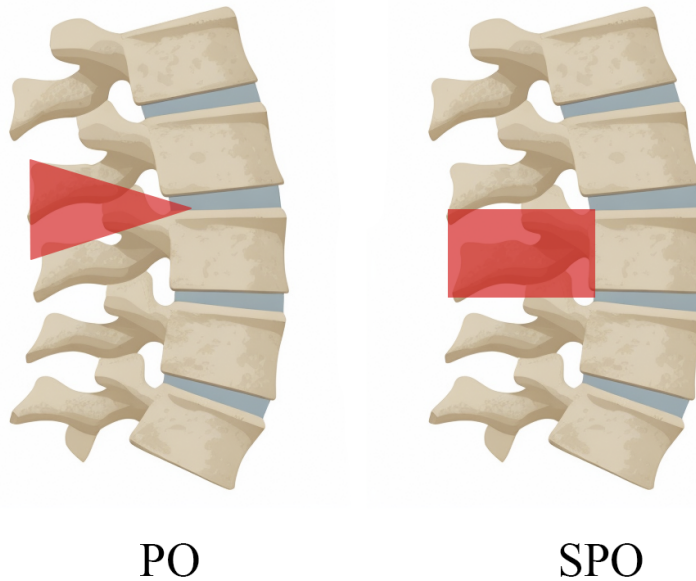


Рисунок 2 – Объём задней резекции при вариантах остеотомии по Ponte и по Smith-Peterson

Представленная на рисунке 2 схема выполнения остеотомии по Ponte и по Smith-Peterson демонстрирует объём резекции структур заднего опорного комплекса при этих методиках выполнения. Выполнение остеотомии по Smith-Peterson предполагает тотальную резекцию заднего опорного комплекса на уровне позвонка с двусторонней резекцией суставов.

После резекции задних костных элементов и выполнения широкой декомпрессии дурального мешка и нервных корешков выполняли мобилизацию невральных структур. Целью данной манипуляции являлась возможность доступа к заднему фиброзному кольцу и дисковому пространству с минимальной тракцией невральных структур. Выполнение дистракции за остистые отростки на уровне воздействия помогало упростить установку межтелового импланта, но не всегда было необходимо. В межпозвонковом диске с помощью офтальмологического скальпеля формировалось окно. С целью предотвращения повреждения дурального мешка и корешка использовался корешковый шпатель. С помощью различных кюреток, дисковых ложек, конхатомов выполняли подготовку диска

для установки межтелового импланта. Подготовка диска и удаление верхнего слоя замыкательных пластинок являлось особенностью проведения данного этапа вмешательства, так как создавала благоприятные условия не только для формирования адекватного спондилодеза, но и коррекции сегментарного лордоза на уровне воздействия. С помощью специальных пробников подбирался необходимый размер и форма кейджа для получения необходимой конфигурации сегмента и формирования дополнительного сегментарного лордоза на уровне воздействия. Передние отделы диска и сам межтеловой поясничный кейдж плотно наполнялись костной крошкой, полученной при резекции межпозвоночного сустава. Иногда при недостатке костного материала использовали остеиндуцирующие материалы, такие как ReproBone, в различных его модификациях. Для контроля положения импланта осуществляли ЭОП контроль.

После чего, под ЭОП контролем в двух взаимно перпендикулярных проекциях (прямой и боковой) с помощью специального шила-проводника толщиной 3,5 мм осуществляли транспедикулярное формирование костных каналов в тела позвонков с последующей ревизией хода проведённого канала с помощью специального щупа, с целью предупреждения медиального проведения каналов для установки винтов и предупреждения повреждения корешков, дурального мешка и крупных сосудов на уровне выполнения оперативного вмешательства. После контроля сформированных каналов в тела позвонков устанавливали транспедикулярные опорные элементы металлоконструкции, размерами, соответствующими анатомическим особенностям оперируемого пациента. Контроль конечного положения транспедикулярных винтов осуществляли с помощью С-дуги в 2-х взаимно перпендикулярных проекциях. При удовлетворительном положении межтелового кейджа и транспедикулярных винтов, формировали продольные стержни по кривизне необходимого поясничного лордоза. Необходимо подчеркнуть, что формирование необходимого лордоза начинается от нижнего уровня к верхнему, то есть сначала выполняется фиксация стержней в головках винтов нижнего фиксируемого позвонка, после чего стержни утапливаются в головки вышележащих винтов с поэтапной

фиксацией гайками. Это являлось очередной особенностью проведения хирургического вмешательства. Интраоперационный контроль выполнения коррекции поясничного лордоза у пациентов осуществляли с помощью С-дуги. После формирования необходимого лордоза и окончательной фиксации гаек в рану под мышцы устанавливали активный дренаж по Редону. Рану послойно ушивали наглухо до полного закрытия.

2.4 Методы статистической обработки результатов

В исследовании для статистического анализа данных использовались параметрические и непараметрические методы исследования, в зависимости от типа исходных данных. Анализ нормальности распределения полученных данных проводился с использованием критерия Шапиро-Уилка, как наиболее строгого критерия.

В работе значения данных, распределённых нормально представлены средним значением со средней квадратичной ошибкой: $M(s)$. Для представления данных при ненормальном распределении использовали значения медианы и области интерквартильных значений в виде: $Me (25\%; 75\%)$. Статистическую значимость различий по данным проведённых анализов приняли уровень $p < 0,05$. При наличии множественных сравнений критический уровень значимости корректировался с использованием поправки Бонферрони, и при трехкратном попарном сравнении составил $p < 0,017$. В работе использовались ранговый анализ корреляций по Краскелу-Уоллесу, непараметрический парный U-критерий Манна-Уитни, двусторонний t-критерий Стьюдента, точный тест Фишера, Z-критерий Фишера, анализ корреляции по методу Спирмена.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на персональном компьютере средствами статистической программы Statistica v12.4 (Statsoft, США), с аппаратным обеспечением: Intel Core i5, с программным обеспечением: OS Microsoft Windows 10 (США), Microsoft Office Excel 365 (США).

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ
ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ СТЕНОЗАМИ ПОЯСНИЧНОГО И
КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

Анализ результатов первичного обследования всех групп пациентов (Таблица 4) показывает наличие общих жалоб, таких как: болевой синдром в пояснице, наличие иррадиации болей в нижние конечности, клиника синдрома перемежающегося нейрогенной хромоты, нарушение чувствительности в ногах, наличие периферических парезов с сопутствующей гипотрофией мышечных групп в проекции зон корешковой иннервации.

Распределение жалоб, согласно группам исследования, представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика жалоб в группах исследования

Жалобы	Группа 1 (n=30)	Группа 2 (n=30)	Группа 3 (n=30)	Уровень значимости (p)
Боль в пояснице	28 (93%)	29 (96%)	28 (93%)	p>0,05
Боль в ноге/ах	23(76%)	26 (87%)	24 (80%)	p>0,05
Нарушения чувствительности в ногах	22 (73%)	19 (63%)	20 (67%)	p>0,05
Ограничение расстояния ходьбы	20 (67%)	23 (76%)	21 (70%)	p>0,05
Слабость в ногах	12 (40%)	12 (40%)	15 (50%)	p>0,05
Гипотрофия мышц	8 (27%)	10 (33%)	11 (37%)	p>0,05
Крампи икроножных мышц	9 (30%)	5 (17%)	6 (20%)	p>0,05

Резюмируя данные представленные в таблице 4, можно отметить преобладание пациентов с жалобами на болевой синдром в пояснице с иррадиацией в нижние конечности и нарушениями чувствительности в совокупности с синдромом перемежающееся нейрогенной хромоты. Именно этот симптомокомплекс жалоб и определял неудовлетворённость качеством жизни пациентов.

Для оценки репрезентативности групп исследования приводим общие характеристики исследуемых групп (Таблица 5).

Таблица 5 – Сравнительная характеристика групп исследования по основным признакам

Критерии		Группа 1 (n=30)	Группа 2 (n=30)	Группа 3 (n=30)	Уровень значимости
Возраст M(s)		47,1 (14,6)	45,6 (12,6)	50,3 (14,5)	p=0,409
Пол	Мужчины n (%)	17 (57%)	17 (57%)	16 (53%)	p=0,956
	Женщины n (%)	13 (43%)	13 (43%)	14 (47%)	
Количество уровней поражения n (%)	1	24 (80%)	23 (77%)	21 (70%)	p=0,646
	2	6 (20%)	7 (23%)	8 (27%)	
	3	0	0	1 (3%)	
Количество поражённых уровней n	L5-S1	16	21	18	p=0,833
	L4-L5	16	13	18	
	L3-L4	4	3	4	
ВАШ Me (25%; 75%)		54,5% (39; 66)	49% (36; 76)	56,5% (39; 62)	p=0,839
ODI Me (25%; 75%)		40% (28; 46)	39% (26; 48)	39% (30; 46)	p=0,844
RDQ Me (25%;75%)		12,5 (8; 15)	13 (8;16)	11 (8; 15)	p=0,528

В таблице 5 представлены характеристики групп по возрасту, полу, уровням поражения и их количеству, исходным показателям болевого синдрома по ВАШ и

качеству жизни по шкалам ODI и RDQ. Анализ приведённых данных показывает отсутствие статистически значимых различий (при $p > 0,05$) в группах по приведённым критериям и говорит о репрезентативности групп исследования.

Результаты предоперационного клинико-неврологического осмотра пациентов представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты клинико-неврологического осмотра пациентов по группам исследования

Показатели	Группа 1 (n=30)	Группа 2 (n=30)	Группа 3 (n=30)	Уровень значимости
ASIA	D-E	D-E	D-E	$p > 0,05$
Степень стеноза по Schizas	C-D	C-D	C-D	$p > 0,05$
Болезненность при пальпации и перкуссии остистых отростков n (%)	29 (97%)	30 (100%)	30 (100%)	$p > 0,05$
Болезненность при пальпации паравертебральных точек n (%)	30 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	$p > 0,05$
Симптомы Ласега, Нери	16 (53%)	19 (63%)	17 (57%)	$p > 0,05$
Гипестезия по L3 корешку n (%)	1 (3%)	0 (0%)	1 (3%)	$p > 0,05$
Гипестезия по L4 корешку n (%)	4 (13%)	3 (10%)	4 (13%)	$p > 0,05$
Гипестезия по L5 корешку n (%)	15 (50%)	15 (50%)	18 (60%)	$p > 0,05$
Гипестезия по S1 корешку n (%)	15 (50%)	19 (63%)	17 (57%)	$p > 0,05$
Гипестезия по 2 и более корешкам n (%)	6 (20%)	7 (23%)	9 (30%)	$p > 0,05$

Проанализировав данные таблицы 6, можно отметить, что у всех пациентов нашего исследования стеноз позвоночного канала сопровождался схожими

клинико-неврологическими расстройствами, которые более чем в 40% случаев сопровождались парезами той или иной степени выраженности, причём частота длительно существующих парезов с клинически значимой гипотрофией мышечных групп достигала 37%. Это в значительной мере имело своё отражение в оценке качества жизни этих пациентов.

Степень стеноза по классификации Schizas и степень неврологических нарушений по шкале ASIA во всех группах исследования были одинаковыми, что с точки зрения решения нейрохирургических задач по декомпрессии невралных структур не предполагает различий в подходах к оперативному лечению пациентов.

Оценка предоперационного клинико-неврологического статуса пациентов не выявила достоверных статистических различий между пациентами всех 3-х групп исследования.

Для применения, сформированного нейроортопедического подхода пациентам 2 и 3 исследуемых групп по результатам предоперационных инструментальных исследований проводилась оценка показателей позвоночно-тазовых взаимоотношений по основным параметрам: PI, SS, PT, GLL (Рисунок 3).

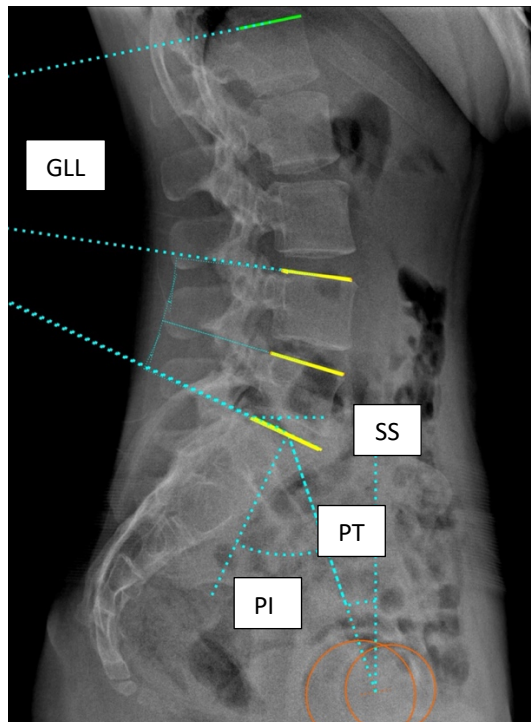


Рисунок 3 – Пример измерений основных позвоночно-тазовых параметров

На рисунке 3 представлена латеральная рентгенограмма в положении стоя с обозначением схемы измерения основных угловых параметров: PI (Pelvic Incidence), PT (Pelvic Tilt), SS (Sacral Slope) и GLL (Global Lumbar Lordosis).

Распределение значений в виде медианы с интерквартильным размахом по основным параметрам у пациентов 2 и 3 групп исследования приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные показатели позвоночно-тазовых параметров в исследуемых группах

Показатели	Группа 2 (n=30)	Группа 3 (n=30)	Уровень значимости
PI (°)	48,8 (43; 52,6)	48,7 (44,4; 60,3)	p=0,73
SS (°)	33,9 (30,7; 38,7)	33,5 (27,7; 39,3)	p=0,59
PT (°)	14,8 (7,9; 20,8)	16,9 (14,7; 19,5)	p=0,22
GLL (°)	49,7 (40,1; 55,2)	45,4 (40,7; 58,9)	p=0,66

В таблице 7 представлены основные параметры позвоночно-тазовых параметров в исследуемых группах. Анализ данных не выявил статистически достоверных (при $p < 0,05$) различий между группами исследования.

Предоперационный дефицит поясничного лордоза в каждой из исследуемых групп по данным первичного рентгенологического обследования в сагиттальной плоскости в положении стоя рассчитывался по своей методике.

В 2 группе исследования дефицит лордоза рассчитывался на основании формулы идеального лордоза, предложенной Jean Charles Le Huec и Kazuhiro Hasegawa в 2016 г.: $GLL_{th} = 0.54 * PI + 27.6$. Дефицит лордоза (dLL) определялся разницей между фактической величиной лордоза пациента (GLL) и величиной идеального лордоза (GLLth): $dLL = GLL_{th} - GLL$.

В 3 группе исследования дефицит лордоза рассчитывался на основании индекса полного баланса (FBI), предложенного J.C. Le Huec et al. в 2011 г. где $FBI = C7TA + FOA + PTCA$, обозначение основных углов представлено на рисунке 4. Величина индекса FBI и являлась значением дефицита идеального лордоза (dLL) в 3 группе исследования: $FBI = dLL$.

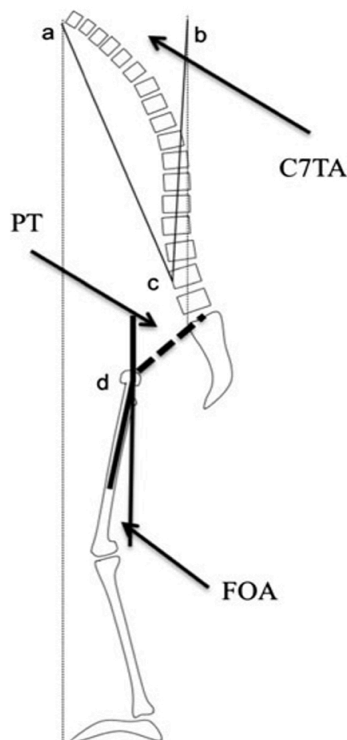


Рисунок 4 – Основные угловые параметры, необходимые для расчёта индекса полного баланса

На рисунке 4 схематично представлены основные углы, необходимые для расчёта индекса полного баланса FBI: C7TA (C7 Translation Angle), FOA (Femur

Obliquus Angle), PT (Pelvic Tilt). РТСА (Pelvic Tilt Compensation Angle) является расчётным параметром и в зависимости от величины РТ может принимать 3 значения: «0°», «5°» или «10°».

Медиана и распределение величины дефицита лордоза (dLL) у 2 и 3 групп исследования приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Распределение дефицита поясничного лордоза в исследуемых группах

Показатель	Группа 2 (n=30)	Группа 3 (n=30)
dLL (°)	4,4 (-2,9; 10,3)	9,5 (5,4; 18,9)

По данным таблицы 8 видно, что медиана дефицита поясничного лордоза в 2 группе больше, чем в 3 группе исследования. Тем не менее, интерквартильный размах в группах практически одинаков и составляет 13,2° и 13,5° соответственно.

Ликвидация дефицита поясничного лордоза — это основная ортопедическая цель оперативного лечения в сформированном нами нейроортопедическом подходе, проверка эффективности которого и являлось основной задачей нашего исследования.

Резюмируя данные первичного обследования пациентов, можно отметить, что пациенты с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника являлись довольно сложной, пусть и распространённой категорией больных, которые имели не только выраженные неврологические нарушения и соответствующий им характерный комплекс жалоб и клинических проявлений, но и дефицит поясничного лордоза, согласно обследованию исследуемых групп больных. Это требовало всестороннего комплексного клинико-инструментального обследования пациентов и тщательного предоперационного планирования для выполнения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств с применением нейроортопедического подхода.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРООРТОПЕДИЧЕСКОГО ПОДХОДА И РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЁТА КОРРЕКЦИИ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА В ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ СТЕНОЗОВ ПОЯСНИЧНОГО И КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

4.1 Анализ эффективности применения нейроортопедического подхода в лечении дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника

Для выполнения анализа данных, отражающих динамику качества жизни и болевых ощущений пациентов после выполненного оперативного лечения у пациентов трех групп исследования, мы провели анализ нормальности распределения данных по каждому признаку в группах.

Как отмечено ранее, у пациентов на различных этапах оценивали такие показатели как ВАШ, ODI, RDQ. В ходе подготовки и сбора данных каждой точке исследования была присвоена двоичная кодировка, которая состояла из названия показателя (ВАШ, ODI, RDQ) и цифро-текстового обозначения точки измерения. Например: «ODI-3 мес».

Обозначение точек измерения показателей во времени носили следующий характер:

1. Перед оперативным вмешательством – «до»
2. На 10 день после оперативного лечения – «10 дн»
3. Последующие точки: 1,5 месяца после операции, 3, 6, 9, 12 месяцев – «1,5 мес», «3 мес» и так далее.

Оценка нормальности распределения данных по каждому из показателей в соответствующей группе исследования в каждой точке исследования проводили по критерию Шапиро-Уилка, как наиболее строго и чувствительного для малых групп элементов. Распределение данных каждого признака в точке исследования

считалось нормальным при уровне значимости критерия Шапиро-Уилка $p > 0,05$.

Согласно проведённому анализу не во всех точках исследования данные распределены нормально, поэтому для оценки результатов уровня болевого синдрома и качества жизни пациентов мы применяли непараметрические методы исследования. Данные анализа представлены в виде медианы распределения с интерквартильным размахом в виде Me (25%; 75%), ввиду смешанного характера распределения в различных точках исследования.

С целью визуальной оценки динамики болевого синдрома и качества жизни пациентов в группах исследования мы построили 3 графика зависимости медианы изучаемого признака от точки измерения этого признака в каждой группе. Графики представлены рисунками 5, 6, 7.

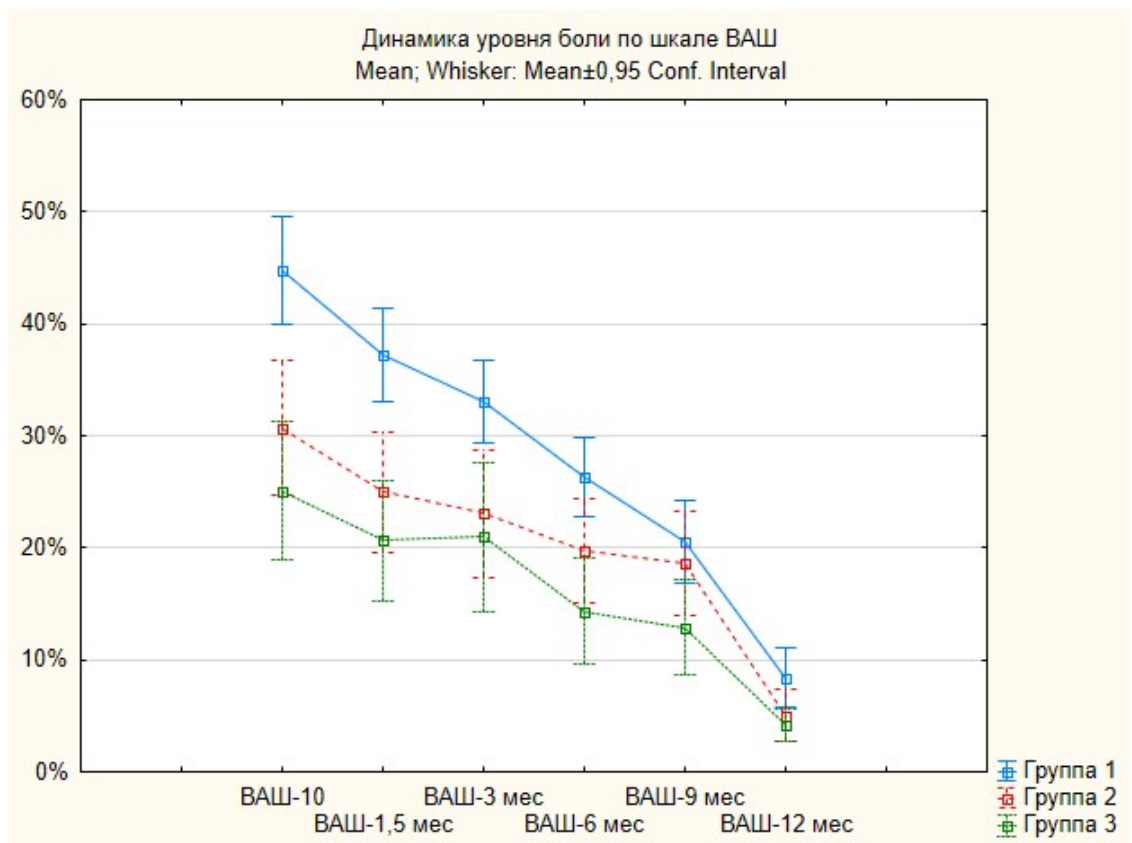


Рисунок 5 – Динамика медианы уровня болевого синдрома по шкале ВАШ

Представленный рисунок показывает, что на протяжении периода от 10 суток после оперативного лечения и до полугода в исследуемых группах с

применением нейроортопедического подхода, у пациентов отмечается менее выраженный болевой синдром по шкале ВАШ на 10-15%. К окончанию периода послеоперационного наблюдения отмечается снижение различий по уровню болевого синдрома между группами исследования, хотя в контрольной группе уровень болевого синдрома по шкале ВАШ остаётся выше.

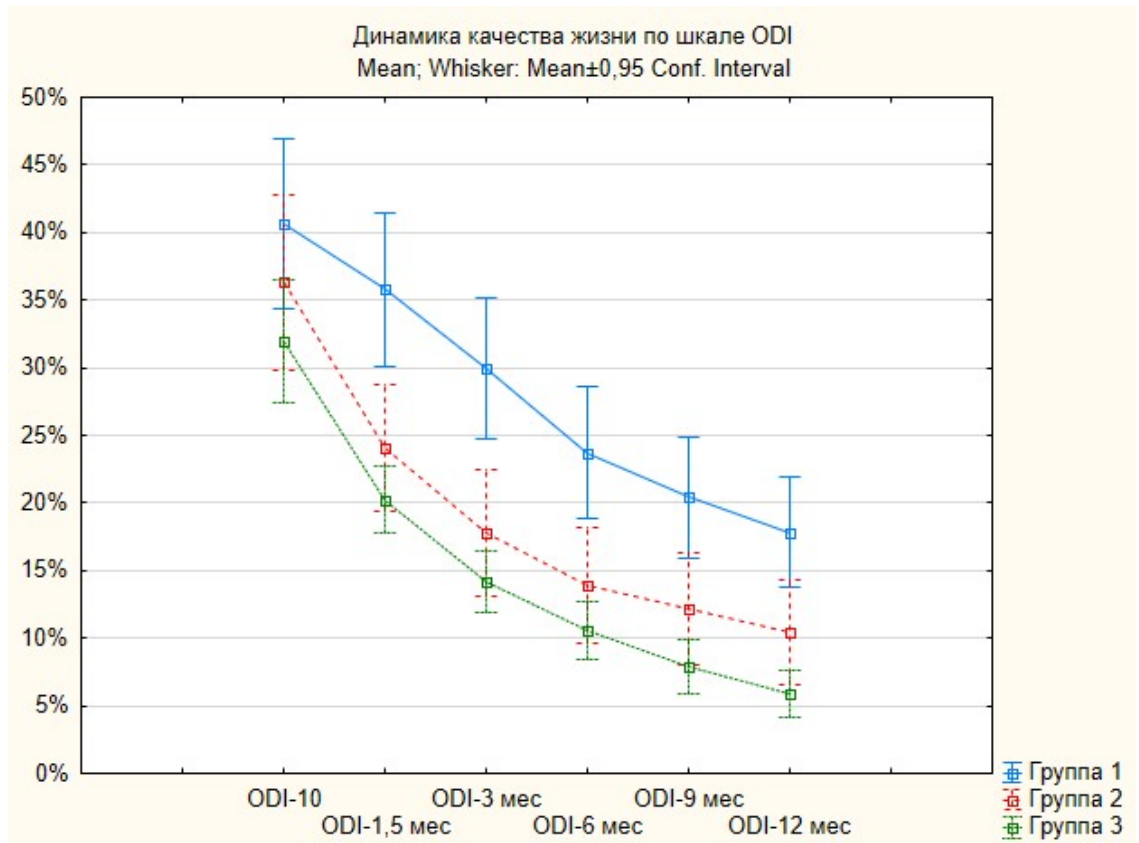


Рисунок 6 – Динамика медианы уровня качества жизни по шкале ODI

По данным рисунка 6 можно отметить прогрессивное (от 6% до 8%) улучшение качества жизни по шкале ODI во всех исследуемых группах по сравнению с контрольной на всём периоде наблюдения.

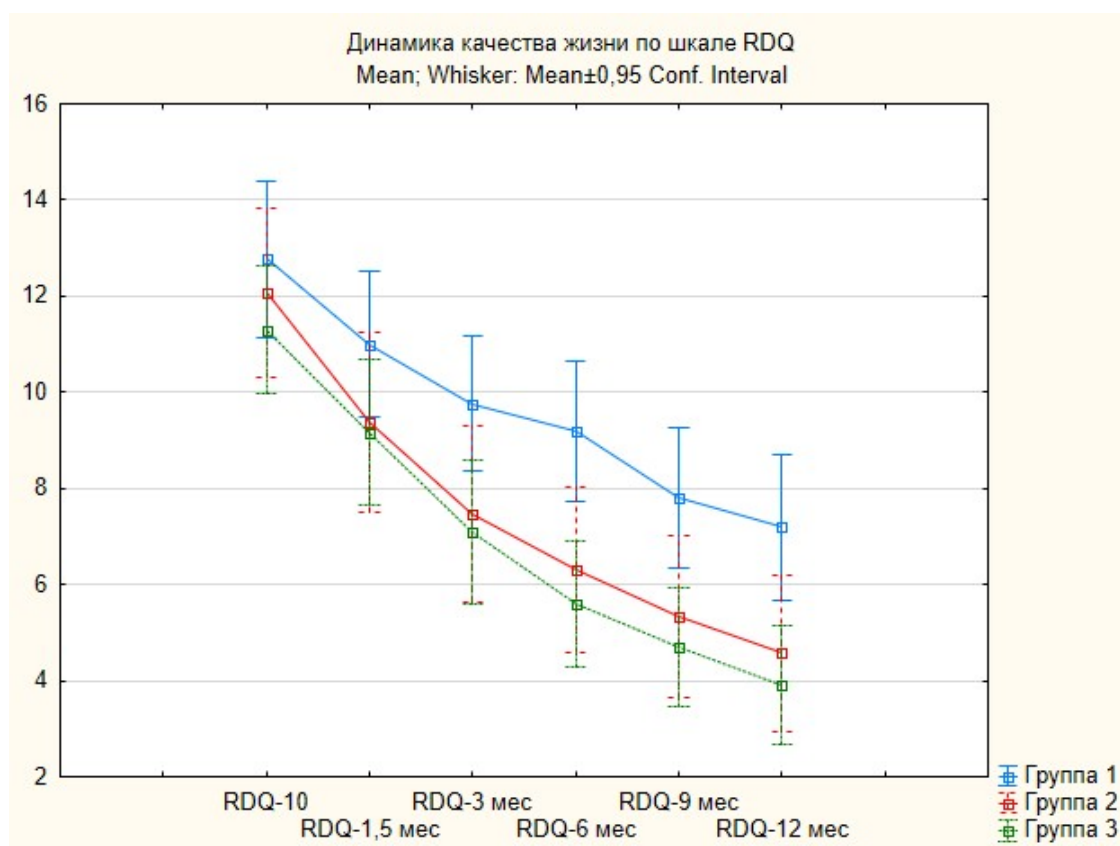


Рисунок 7 – Динамика медианы уровня качества жизни по шкале RDQ

По данным рисунка 7 можно отметить прогрессивное (от 0,7 до 3 баллов) улучшение качества жизни по шкале RDQ во всех исследуемых группах по сравнению с контрольной на всём периоде наблюдения.

С целью определения существующих достоверных различий между тремя группами исследования, мы воспользовались непараметрическим методом Краскела-Уоллеса и сравнили данные ВАШ, RDQ, ODI в динамике. Различия в группах считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

В таблице 9 представлены результаты анализа различия по данным ВАШ в группах сравнения.

Таблица 9 – Результаты вычисления критерия Краскела-Уоллеса по данным ВАШ в динамике

Точка исследования	ВАШ-до	ВАШ-10 дн	ВАШ-1,5 мес	ВАШ-3 мес	ВАШ-6 мес	ВАШ-9 мес	ВАШ 12-мес
Группа 1 (%)	54,5 (39; 66)	44,7 (37; 55)	35,5 (30; 45)	33 (27; 42)	24,5 (18; 36)	18 (13; 27)	6 (3; 12)
Группа 2 (%)	49 (36; 76)	28 (19; 27)	22,5 (16; 32)	17,5 (13; 30)	13,5 (10; 31)	13,5 (10; 30)	3,5 (0; 8)
Группа 3 (%)	56,5 (39; 62)	21 (11; 46)	20,5 (9; 27)	19,5 (8; 34)	10 (5; 18)	11 (4; 18)	3 (0; 8)
Значение критерия (H)	0,35	21,14	22,56	13,31	16,22	8,68	7,69
Уровень значимости (p)	0,839	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	0,013	0,021

По данным таблицы 9 видно, что во всех точках измерения кроме «до» существуют статистически достоверные (при $p < 0,05$) различия по ВАШ между исследуемыми группами. Вышеуказанные данные позволяют сделать вывод, что метод лечения влиял на уровень болевого синдрома по шкале ВАШ начиная с 10 дня после операции.

В таблице 10 представлены результаты анализа различия по данным RDQ и ODI в группах сравнения.

Таблица 10 – Результаты вычисления критерия Краскела-Уоллеса по данным ODI и RDQ в динамике

Точка исследования	ODI-до	ODI-10 дн	ODI-1,5 мес	ODI-3 мес	ODI-6 мес	ODI-9 мес	ODI-12 мес
Группа 1 (%)	40 (28; 46)	42,2 (26,7; 51,1)	34,8 (26,6; 46,7)	29 (22,2; 42)	23,1 (14; 34)	22,1 (11; 28)	20 (10; 26)
Группа 2 (%)	39 (26; 48)	28 (19; 37)	23,1 (14; 36)	14,7 (8,9; 2,7)	10 (6; 20)	8,5 (4,4; 20)	6,4 (2; 18)
Группа 3 (%)	39 (30; 46)	28,9 (24; 40)	22 (14; 24)	14,8 (11,1; 16)	10,6 (6; 13,3)	7,4 (4; 11,1)	6 (0; 8,9)
Значение критерия (H)	0,08	4,15	10,02	20,72	17,63	17,11	18,01
Уровень значимости (p)	0,963	0,126	0,007	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
Точка исследования	RDQ-до	RDQ-10 дн	RDQ-1,5 мес	RDQ-3 мес	RDQ-6 мес	RDQ-9 мес	RDQ-12 мес
Группа 1	12,5 (8; 15)	13,5 (10; 16)	11 (8; 14)	10,5 (7; 13)	9 (6; 12)	7,5 (5; 11)	7 (5; 10)
Группа 2	13 (8; 16)	12,5 (9; 15)	8 (6; 14)	7 (3;10)	6 (2; 9)	5 (1; 8)	4 (1; 7)
Группа 3	11 (8; 15)	12 (8; 13)	9 (6; 12)	6,5 (3; 10)	5 (2; 8)	5 (2; 7)	4 (0; 6)
Значение критерия (H)	1,80	2,21	3,15	7,38	12,25	9,95	10,77
Уровень значимости (p)	0,407	0,331	0,208	0,025	0,002	0,007	0,005

По данным таблицы 10 выявлено, что во всех точках измерения, кроме «до», «10 дн» и «1,5 мес», существуют достоверные различия (при $p < 0,05$) по шкалам ODI и RDQ между исследуемыми группами. Таким образом, метод лечения влиял на качество жизни пациентов по шкалам ODI и RDQ уже через 3 месяца после операции.

Дальнейшему анализу подвергли все точки измерения по имеющимся шкалам, в которых отмечались достоверные различия. Для попарного сравнения групп исследования по различным шкалам в динамике использовали непара-

метрический U-критерий Манна-Уитни. Ввиду 3 попарных сравнений данных различия в группах считались достоверными при уровне значимости $p < 0,017$, согласно поправке Бонферрони. Ниже приведены результаты парного сравнения групп исследования по шкалам ВАШ, ODI и RDQ.

В таблице 11 приведены результаты анализа данных 1 и 2 группы по шкале ВАШ.

Таблица 11 – Результаты сравнения данных по шкале ВАШ в динамике между 1 и 2 группами по критерию Манна-Уитни

Точка исследования	ВАШ-10 дн	ВАШ-1,5 мес	ВАШ-3 мес	ВАШ-6 мес	ВАШ-9 мес	ВАШ 12-мес
Группа 1 (%)	44,7 (37; 55)	35,5 (30; 45)	33 (27; 42)	24,5 (18; 36)	18 (13; 27)	6 (3; 12)
Группа 2 (%)	28 (19; 27)	22,5 (16; 32)	17,5 (13; 30)	13,5 (10; 31)	13,5 (10; 30)	3,5 (0; 8)
Значение критерия (U)	223	215	266,5	288	369	299,5
Уровень значимости (p) двусторонний	$p < 0,001$	$p < 0,001$	0,006	0,016	0,236	0,025

Из таблицы 11 следует, что уровень болевого синдрома по шкале ВАШ между 1 и 2 группой исследования статистически значимо (при $p < 0,017$) различался в точках исследования с «ВАШ-10 дн» по «ВАШ-6 мес».

В таблице 12 приведены результаты анализа данных 1 и 2 группы по шкалам ODI и RDQ.

Таблица 12 – Результаты сравнения данных по шкалам ODI и RDQ в динамике между 1 и 2 группами по критерию Манна-Уитни

Точка исследования	ODI-1,5 мес	ODI-3 мес	ODI-6 мес	ODI-9 мес	ODI-12 мес
Группа 1 (%)	34,8 (26,6; 46,7)	29 (22,2; 42)	23,1 (14; 34)	22,1 (11; 28)	20 (10; 26)
Группа 2 (%)	23,1 (14; 36)	14,7 (8,9; 2,7)	10 (6; 20)	8,5 (4,4; 20)	6,4 (2; 18)
Значение критерия (U)	248,5	232,5	252,5	266	276,5
Уровень значимости (p) двусторонний	0,002	0,001	0,003	0,006	0,009
Точка исследования	–	RDQ-3 мес	RDQ-6 мес	RDQ-9 мес	RDQ-12 мес
Группа 1	–	10,5 (7; 13)	9 (6; 12)	7,5 (5; 11)	7 (5; 10)
Группа 2	–	7 (3;10)	6 (2; 9)	5 (1; 8)	4 (1; 7)
Значение критерия (U)	–	304,5	272,5	288	284,5
Уровень значимости (p) двусторонний	–	0,030	0,008	0,016	0,014

Из таблицы 12 следует, что уровень качества жизни по шкале ODI между 1 и 2 группой исследования статистически значимо (при $p < 0,017$) различался в точках исследования начиная с «ODI-1,5 мес» до «ODI-12 мес». Уровень качества жизни по шкале RDQ между 1 и 2 группой исследования статистически значимо (при $p < 0,017$) различался, начиная с «RDQ-6мес» до «ODI-12 мес».

Ниже приведены результаты сравнения 1 и 3 групп исследования.

В таблице 13 приведены результаты анализа данных 1 и 3 группы по шкале ВАШ.

Таблица 13 – Результаты сравнения данных по шкале ВАШ в динамике между 1 и 3 группами исследования по критерию Манна-Уитни

Точка исследования	ВАШ-10 дн	ВАШ-1,5 мес	ВАШ-3 мес	ВАШ-6 мес	ВАШ-9 мес	ВАШ 12-мес
Группа 1 (%)	44,7 (37; 55)	35,5 (30; 45)	33 (27; 42)	24,5 (18; 36)	18 (13; 27)	6 (3; 12)
Группа 3 (%)	21 (11; 46)	20,5 (9; 27)	19,5 (8; 34)	10 (5; 18)	11 (4; 18)	3 (0; 8)
Значение критерия (U)	163	149	217,5	189	257	279,5
Уровень значимости (p) двусторонний	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	0,004	0,011

По данным таблицы 13 установлено, что уровень болевого синдрома по шкале ВАШ между 1 и 3 группой исследования статистически значимо (при $p<0,017$) различался во всех точках исследования.

В таблице 14 приведены результаты анализа данных 1 и 3 группы по шкалам ODI и RDQ.

Таблица 14 – Результаты сравнения данных по шкалам ODI и RDQ в динамике между 1 и 3 группами по критерию Манна-Уитни

Точка исследования	ODI-1,5 мес	ODI-3 мес	ODI-6 мес	ODI-9 мес	ODI-12 мес
Группа 1 (%)	34,8 (26,6; 46,7)	29 (22,2; 42)	23,1 (14; 34)	22,1 (11; 28)	20 (10; 26)
Группа 3 (%)	22 (14; 24)	14,8 (11,1; 16)	10,6 (6; 13,3)	7,4 (4; 11,1)	6 (0; 8,9)
Значение критерия (U)	158	144,5	165,5	170	158,5
Уровень значимости (p) двусторонний	p<0,001	p<0,001	0,001	p<0,001	p<0,001
Точка исследования	–	RDQ-3 мес	RDQ-6 мес	RDQ-9 мес	RDQ-12 мес
Группа 1	–	10,5 (7; 13)	9 (6; 12)	7,5 (5; 11)	7 (5; 10)
Группа 3	–	6,5 (3; 10)	5 (2; 8)	5 (2; 7)	4 (0; 6)
Значение критерия (U)	–	280	224	246,5	238
Уровень значимости (p) двусторонний	–	0,011	0,001	0,002	0,001

По данным таблицы 14 видно, что уровень качества жизни по шкале ODI между 1 и 3 группой исследования статистически значимо (при $p < 0,017$) различался в точках исследования начиная с «ODI-1,5 мес» по «ODI-12 мес». Уровень качества жизни по шкале RDQ между 1 и 3 группой исследования статистически значимо (при $p < 0,017$) различался, начиная с «RDQ-3мес» по «RDQ-12 мес».

Подобный анализ данных был выполнен и для сравнения данных 2 и 3 групп исследования.

В таблице 15 приведены результаты анализа данных 2 и 3 группы по шкале ВАШ.

Таблица 15 – Результаты сравнения данных по шкале ВАШ в динамике между 2 и 3 группами исследования по критерию Манна-Уитни

Точка исследования	ВАШ-10 дн	ВАШ-1,5 мес	ВАШ-3 мес	ВАШ-6 мес	ВАШ-9 мес	ВАШ-12-мес
Группа 2 (%)	28 (19; 27)	22,5 (16; 32)	17,5 (13; 30)	13,5 (10; 31)	13,5 (10; 30)	3,5 (0; 8)
Группа 3 (%)	21 (11; 46)	20,5 (9; 27)	19,5 (8; 34)	10 (5; 18)	11 (4; 18)	3 (0; 8)
Значение критерия (U)	346	360	395,5	322	326	438
Уровень значимости (p) двусторонний	0,127	0,187	0,423	0,059	0,068	0,866

Из таблицы 15 видно, что уровень болевого синдрома по шкале ВАШ между 2 и 3 группой исследования статистически не различался (при $p < 0,017$) на всём периоде наблюдения.

В таблице 16 приведены результаты анализа данных 2 и 3 группы по шкалам ODI и RDQ.

Таблица 16 – Результаты сравнения данных по шкалам ODI и RDQ в динамике между 2 и 3 группами по критерию Манна-Уитни

Точка исследования	ODI-1,5 мес	ODI-3 мес	ODI-6 мес	ODI-9 мес	ODI-12 мес
Группа 2 (%)	23,1 (14; 36)	14,7 (8,9; 2,7)	10 (6; 20)	8,5 (4,4; 20)	6,4 (2; 18)
Группа 3 (%)	22 (14; 24)	14,8 (11,1; 16)	10,6 (6; 13,3)	7,4 (4; 11,1)	6 (0; 8,9)
Значение критерия (U)	379	413	416,5	383	366,5
Уровень значимости (p) двусторонний	0,300	0,592	0,623	0,329	0,219
Точка исследования	–	RDQ-3 мес	RDQ-6 мес	RDQ-9 мес	RDQ-12 мес
Группа 2	–	7 (3;10)	6 (2; 9)	5 (1; 8)	4 (1; 7)
Группа 3	–	6,5 (3; 10)	5 (2; 8)	5 (2; 7)	4 (0; 6)
Значение критерия (U)	–	441,5	424,5	440	429
Уровень значимости (p) двусторонний	–	0,901	0,709	0,889	0,764

Анализ данных таблицы 16 свидетельствует, что уровень качества жизни по шкале ODI между 2 и 3 группой исследования статистически значимо не отличался (при $p < 0,017$) во всех точках исследования. Уровень качества жизни по шкале RDQ между 2 и 3 группой исследования также статистически значимо не отличался (при $p < 0,017$) во всех точках исследования.

Обобщив результаты проведённого анализа выраженности болевого синдрома и качества жизни в динамике, мы можем сделать следующее заключение:

1. Медиана уровня болевого синдрома по шкале ВАШ достоверно ниже во 2 и 3 группе по сравнению с контрольной, начиная с 10 суток после оперативного лечения (ВАШ-10 дн).
2. Медиана уровня качества жизни по шкале ODI достоверно ниже во 2 и 3 группе по сравнению с контрольной, начиная с 1,5 месяцев после оперативного лечения (ODI-1,5 мес).
3. Медиана уровня качества жизни по шкале RDQ достоверно ниже во 2

и 3 группе по сравнению с контрольной, начиная с 6 месяцев после оперативного лечения (RDQ-6 мес).

4. Медианы уровня болевого синдрома по шкале ВАШ и уровня качества жизни по шкалам ODI и RDQ достоверно не отличаются между 2 и 3 группой исследования.

Использование нейроортопедического подхода в рамках нашего исследования статистически достоверно (при $p < 0,017$) улучшило клинические результаты в виде снижения уровня болевого синдрома по шкале ВАШ и улучшения показателей качества жизни по шкалам ODI и RDQ в период от 6 до 12 месяцев.

Отсутствие статистически достоверной разницы (при $p < 0,017$) в клинических исходах по исследуемым шкалам между 2 и 3 группами исследования на всём периоде наблюдения позволяет говорить о сопоставимом клиническом эффекте между двумя способами ортопедической оценки, планирования и коррекции сегментарного поясничного лордоза. Согласно полученным результатам оба способа оценки могут быть рекомендованы для использования в клинической практике лечения дегенеративных стенозов нижнепоясничного отдела позвоночника в соответствии с имеющимися техническими возможностями учреждения здравоохранения.

4.2 Результаты изучения эффективности различных методов расчёта коррекции сагиттального баланса

Для оценки влияния способов расчёта коррекции величины поясничного лордоза, в оперируемом сегменте, на качество жизни пациентов был проведён сравнительный анализ данных в двух исследуемых группах (2 и 3).

Общая характеристика сравниваемых групп представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Общая характеристика 2 и 3 групп по полу, возрасту, клиническим шкалам и основным позвоночно-тазовым параметрам

Критерии		Группа 2 (n=30)	Группа 3 (n=30)	Критерий, уровень значимости (p)
Возраст (лет)		45 (34; 53)	48,5 (39; 64)	t=-1,35 p=0,182
Пол	Мужчины n (%)	17 (57%)	16 (53%)	Fisher=0,802 p=1,000
	Женщины n (%)	13 (43%)	14 (47%)	
ВАШ (%)		49 (36; 76)	56,5 (39; 62)	U=412,5 p=0,582
ODI (%)		39 (26; 48)	39 (30; 46)	t=0,44 p=0,982
RDQ		13 (8;16)	11 (8; 15)	t=1,12 p=0,182
PI (°)		48,8 (43; 52,6)	48,7 (44,4; 60,3)	t=-0,35 p=0,727
SS (°)		33,9 (30,7; 38,7)	33,5 (27,7; 39,3)	t=0,54 p=0,593
PT (°)		14,8 (7,9; 20,8)	16,9 (14,7; 19,5)	U=366 p=0,219
GLL (°)		49,7 (40,1; 55,2)	45,4 (40,7; 58,9)	t=-0,20 p=0,844

В представленной таблице 17 видно, что сравниваемые группы не имели статистически значимых различий (при $p < 0,05$) по всем базовым параметрам, что позволяет говорить об однородности сформированных выборок для проведения исследования.

С целью оценки влияния различных методов расчета коррекции поясничного лордоза сначала были проанализированы изменения основных позвоночно-тазовых параметров до и после оперативного лечения.

Во второй группе исследования расчёт коррекции лордоза проводили на основании разницы между измеренной величиной поясничного лордоза у пациента и рассчитанной величиной идеального лордоза по формуле $GLL_{th} = 0.54 * PI + 27.6$. Был проведён анализ изменения следующих параметров до и после коррекции: тазовый индекс (PI), угол наклона крестца (SS), угол наклона таза (PT), величина поясничного лордоза (GLL). Полученные результаты 2 группы исследования приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Основные позвоночно-тазовые параметры 2 группы исследования до и после оперативного лечения

Параметр	До коррекции	После коррекции	Критерий, уровень значимости (p)
PI (°)	48,8 (43; 52,6)	49,3 (42,9; 52,4)	t=0,138 p=0,891
PT (°)	33,9 (30,7; 38,7)	13,9 (7,9; 19,7)	Z=0,517 p=0,605
SS (°)	14,8 (7,9; 20,8)	35,6 (28,7; 43,2)	t=-1,029 p=0,312
GLL (°)	49,7 (40,1; 55,2)	52,5 (44,7; 58,5)	Z=2,390 p=0,017

Из представленной таблицы 18 видно, что величина поясничного лордоза до и после коррекции статистически значимо (при $p < 0,05$) отличалась в сторону увеличения. Медиана коррекции лордоза в этой группе исследования составила $5,2^\circ$ (3,2; 7,6). Таким образом, произведённая во время операции коррекция значимо изменяла поясничный лордоз у пациентов второй группы исследования.

Для примера на рисунках 8 и 9 приведены боковые рентгенограммы поясничного отдела позвоночника и таза с захватом головок бедренных костей пациентов 2 группы исследования до и после оперативного лечения.

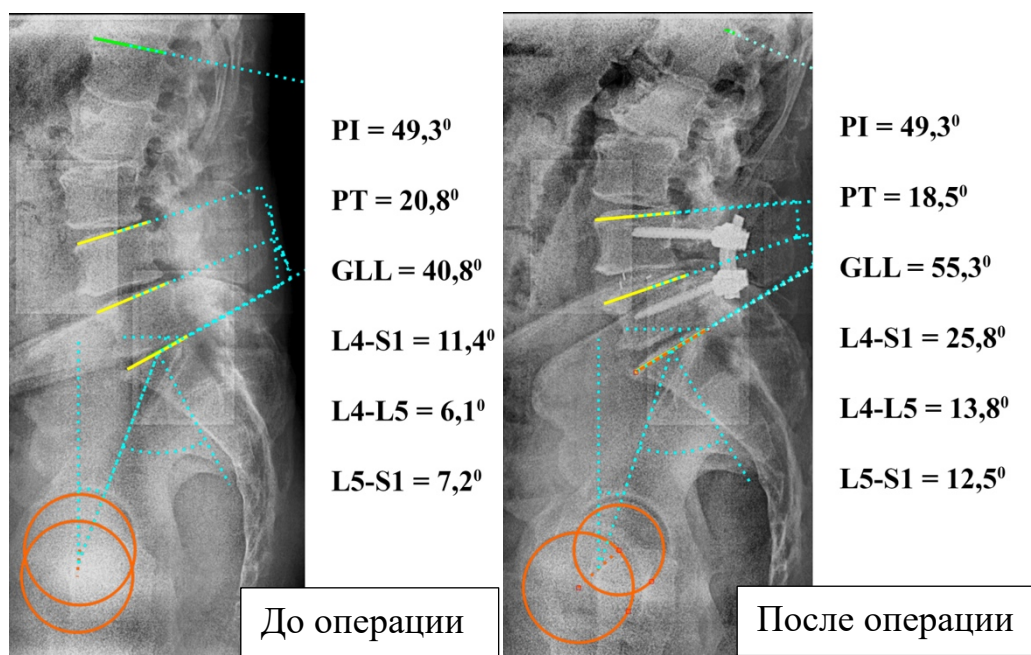


Рисунок 8 – Клиническое наблюдение. Пациент Т., 68 лет (№ и/б 879896). Пример коррекции сегментарного поясничного лордоза при одноуровневом стенозе на уровне L4-L5 на основании расчёта по формуле идеального поясничного лордоза

Как показано на рисунке 8, после выполнения одноуровневого декомпрессиивно-стабилизирующего вмешательства с применением тактики нейроортопедического подхода отмечается восстановление объёма сегментарного лордоза на уровне поражения L4-L5 и восстановление необходимого поясничного лордоза по данным латеральной рентгенографии поясничного отдела и таза в положении стоя до и после оперативного лечения.

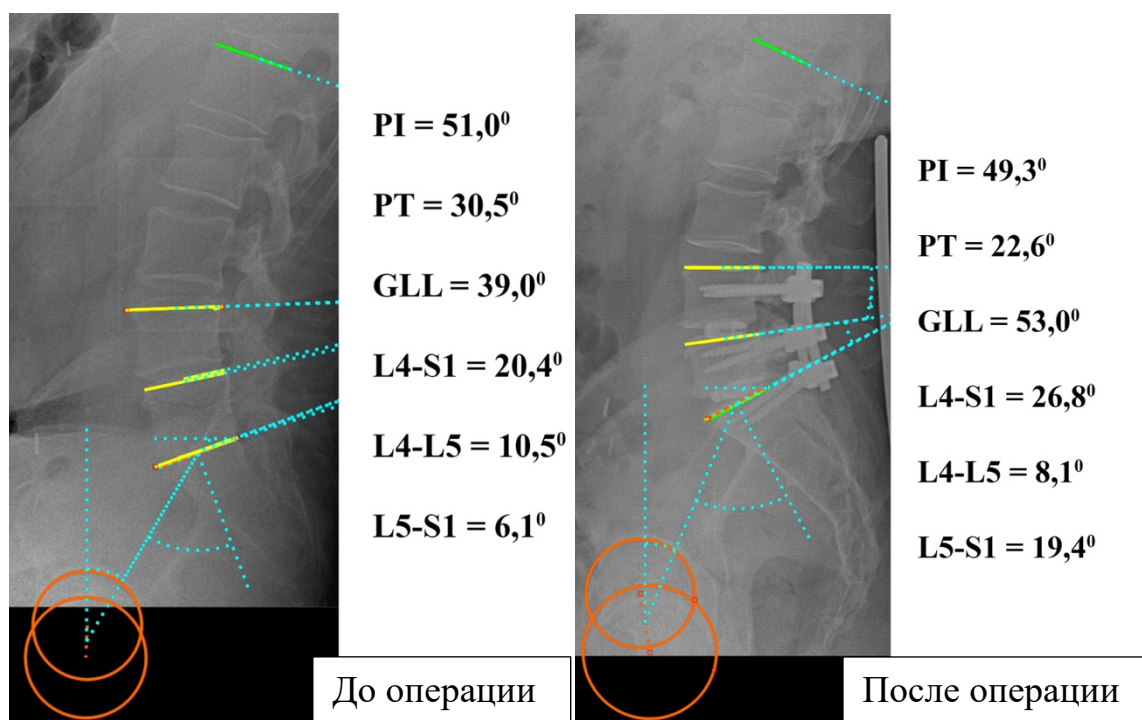


Рисунок 9 – Клиническое наблюдение. Пациент К., 59 лет (№ и/б 82540). Пример коррекции поясничного лордоза при двухуровневом стенозе на уровнях L4-S1 на основании расчёта по формуле идеального поясничного лордоза

Как видно на рисунке 9, после оперативного лечения с оценкой и коррекцией поясничного лордоза отмечается восстановление объёма сегментарного лордоза на уровнях поражения (L4-L5, L5-S1) и восстановление необходимого поясничного лордоза по данным латеральной рентгенографии поясничного отдела и таза в положении стоя.

В третьей группе исследования расчёт коррекции лордоза проводили на основании индекса $FBI = FOA + C7TA + PTCA$, где величина индекса и есть объём необходимой коррекции в градусах. Расчёт объёма коррекции поясничного лордоза в этом случае проводили на латеральных полноростовых рентгенограммах. Мы проанализировали изменения следующих параметров до и после коррекции: тазовый индекс (PI), угол наклона крестца (SS), угол наклона таза (PT), величина поясничного лордоза (GLL), величина отклонения вертикальной оси в сагиттальной плоскости (SVA), угол сгибания бедренных костей (FOA), угол трансляции С7 позвонка (С7ТА), величина индекса FBI. Полученные результаты 3 группы исследования приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Основные позвоночно-тазовые параметры и параметры глобального баланса 3 группы исследования до и после оперативного лечения

Параметр	До коррекции (n=30)	После коррекции (n=30)	Критерий, уровень значимости (p)
PI (°)	48,7 (44,4; 60,3)	48,9 (44,4; 60,1)	Z=1,213 p=0,225
PT (°)	33,5 (27,7; 39,3)	14,9 (11,8; 19,6)	t=0,500 p=0,621
SS (°)	16,9 (14,7; 19,5)	31,6 (28,3; 39,5)	t=-0,618 p=0,542
GLL (°)	45,4 (40,7; 58,9)	54 (45,6; 59)	t=-2,607 p=0,014
SVA (мм)	7,1 (-19,5; 43,3)	-18,1 (-34,3; -1,9)	t=4,728 p<0,001
FOA (°)	6,0 (1,9; 10,4)	2,4 (0,5; 4,3)	Z=3,435 p<0,001
C7TA (°)	1,6 (-1,7; 5,0)	-1,8 (-4,0; 0,1)	t=5,713 p<0,001
FBI (°)	9,0 (4,6; 19,0)	3,7 (1,1; 7,6)	t=4,855 p<0,001

Из представленной таблицы 19 видно, что до и после коррекции статистически значимо (при $p < 0.05$) отличались величины GLL, SVA, FOA, C7TA и FBI. Медиана коррекции лордоза в этой группе исследования составляла 9° (2,2; 15,6). Таким образом, произведённая во время операции коррекция значимо изменяла поясничный лордоз и параметры глобального сагиттального баланса у пациентов третьей группы исследования.

Для примера на рисунках 10 и 11 приведены латеральные панорамные полноростовые рентгенограммы позвоночника в положении стоя пациентов 3 группы исследования до и после оперативного лечения.

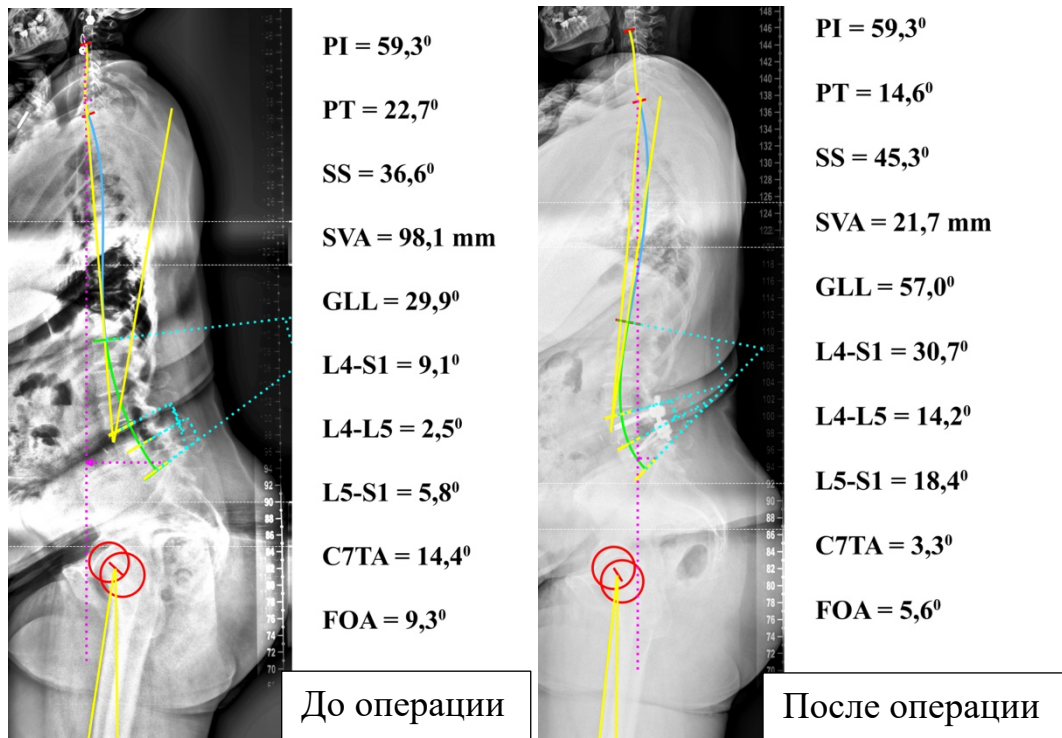


Рисунок 10 – Клиническое наблюдение. Пациентка Ю., 51 год (№ и/б 815880). Пример коррекции поясничного лордоза при одноуровневом стенозе на уровне L4-L5 на основании расчёта по формуле FVI

По данным рисунка 10 можно отметить, что после выполнения одноуровневого декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства с применением тактики нейроортопедического подхода отмечается восстановление объёма сегментарного лордоза на уровне поражения L4-L5 и восстановление необходимого поясничного лордоза по данным полноростовой сагиттальной рентгенографии.

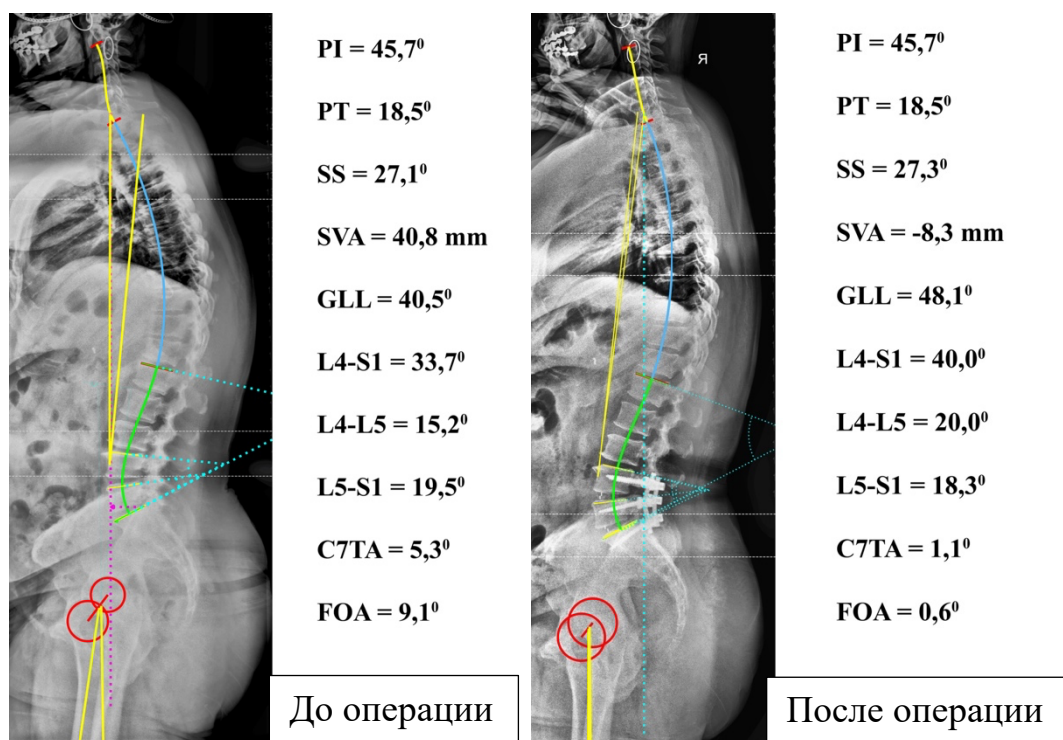


Рисунок 11 – Клиническое наблюдение. Пациентка А., 46 лет (№ и/б 813682). Пример коррекции поясничного лордоза при двухуровневом стенозе на уровне L4-S1 на основании расчёта по формуле FBI

По данным рисунка 11 применение нейроортопедического подхода при двухуровневом стенозе поясничного отдела на уровнях L4-L5, L5-S1 привело к восстановлению объёма сегментарного лордоза на уровне L4-L5 и общего поясничного лордоза, а также уменьшению компенсаторного сгибания бёдер по данным полноростовой сагиттальной рентгенографии.

После интраоперационной коррекции поясничного лордоза производили оценку величины отклонения лордоза, которая показывает отклонение от целевого показателя. Для второй группы исследования величина отклонения поясничного лордоза определялась по формуле: $dGLL2 = |GLL2 - GLLth|$, где GLL2 это величина поясничного лордоза после оперативного лечения, GLLth это величина теоретического идеального поясничного лордоза, согласно формуле J.C. Нюес et al. В третьей группе исследования величина отклонения поясничного лордоза равнялась модулю послеоперационного индекса FBI: $dGLL2 = |FBI2|$, который определяли на контрольных латеральных полноростовых рентгенограммах. Медиана отклонения лордоза во второй группе составила 4,9° (2,8; 10,3), а в

третьей группе $4,4^{\circ}$ (0,1; 23).

У контрольной группы послеоперационно выполнялась полноростовая панорамная рентгенография позвоночника в сагиттальной плоскости, что позволило определить величину отклонения поясничного лордоза в контрольной группе обоими методами.

С целью оценки эффективности применения нашего нейроортопедического подхода мы сравнили величину отклонения поясничного лордоза каждой из исследуемых групп (2 и 3 группы) с 1 контрольной группой, чтобы понять оказывает ли применение нашего подхода влияние на восстановление объёма поясничного лордоза и позвоночно-тазовых взаимоотношений. Медиана отклонения лордоза в 1 группе исследования составила $10,5^{\circ}$ (5,9; 15,2) при расчёте через формулу идеального лордоза или $11,2^{\circ}$ (5,4; 18,4) при расчёте через индекс FBI. В таблице 20 приведён результат попарного сравнения величины отклонения поясничного лордоза исследуемых групп с контрольной.

Таблица 20 – Результаты попарного сравнения величины отклонения поясничного лордоза между исследуемыми группами и контрольной

Отклонение поясничного лордоза		Значение критерия (U)	Уровень значимости (p) двусторонний
1 Группа	2 Группа		
10,50 (5,9; 15,2)	4,9 ^o (2,8; 10,3)	295	0,021
1 Группа	3 Группа	–	–
11,20 (5,4; 18,4)	4,4 ^o (0,1; 23)	194	p<0,001

Анализ данных таблицы 20 свидетельствует, что в исследуемых группах по сравнению с контрольной существует статистически достоверное (при $p<0,05$) улучшение сбалансированности сагиттального профиля пациента, что подтверждается меньшим объёмом отклонения величины лордоза в исследуемых группах по сравнению с контрольной при любом методе расчёта.

Наглядное графическое отображение результатов сравнения величины отклонения поясничного лордоза между группами приведено на рисунке 12.

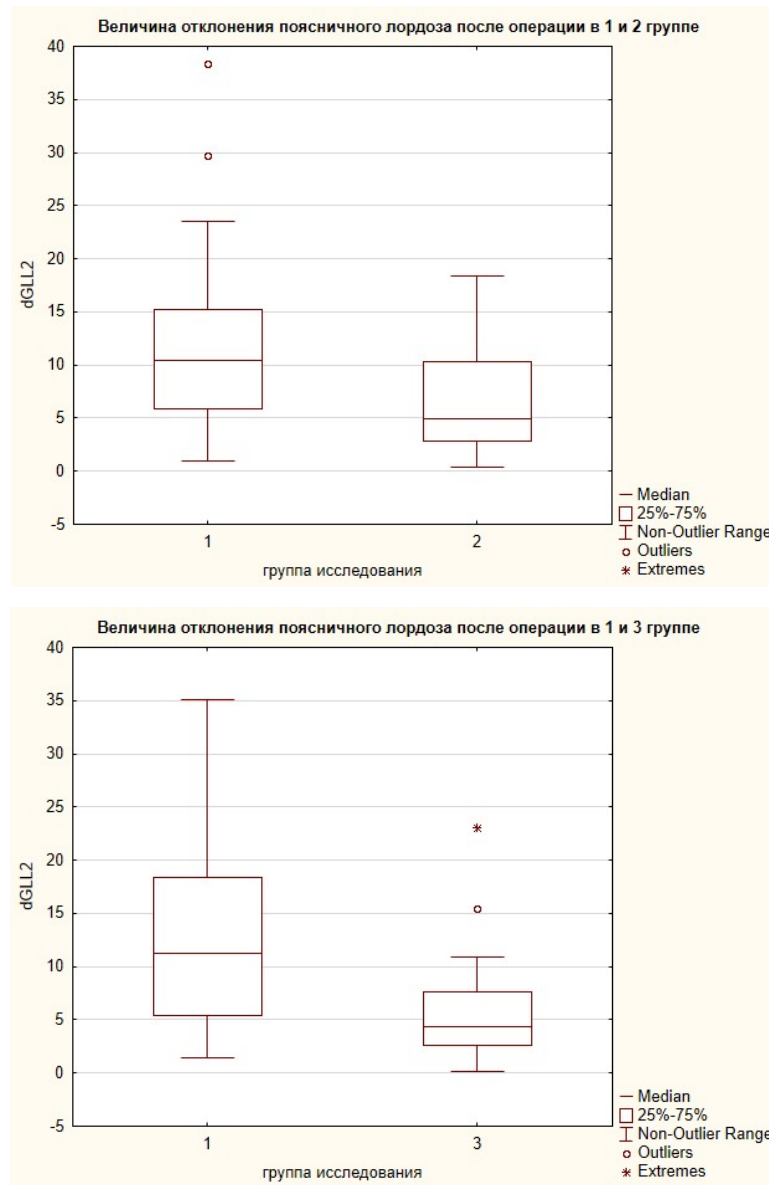


Рисунок 12 – Сравнение величин отклонения поясничного лордоза между контрольной и исследуемыми группами

С целью оценки влияния величины отклонения поясничного лордоза на качество жизни пациентов производили анализ корреляционной связи между величиной отклонения поясничного лордоза после коррекции и данными качества жизни пациентов в двух исследуемых группах. Корреляционный анализ проводили с помощью коэффициента корреляции Спирмена. В таблице 21 приведены данные корреляционного анализа влияния величины отклонения поясничного лордоза на уровень болевого синдрома по шкале ВАШ и качество жизни пациентов по данным шкал ODI и RDQ во 2 и 3 исследуемой группах.

Таблица 21 – Результаты корреляционного анализа влияния величины отклонения поясничного лордоза на уровень болевого синдрома по шкале ВАШ и параметры качества жизни пациентов по шкалам ODI и RDQ по методу Спирмена

Точка исследования	Показатель	Группа исследования 2		Группа исследования 3	
		Коэффициент корреляции R	уровень значимости p	Коэффициент корреляции R	уровень значимости p
10 дней	ВАШ	0,21	0,275	-0,02	0,904
	ODI	0,20	0,294	0,11	0,560
	RDQ	0,49	0,007	0,76	p<0,001
1,5 месяца	ВАШ	0,25	0,1869	0,16	0,385
	ODI	0,50	0,006	0,47	0,009
	RDQ	0,67	p<0,001	0,84	p<0,001
3 месяца	ВАШ	0,43	0,019	0,36	0,050
	ODI	0,61	p<0,001	0,73	p<0,001
	RDQ	0,70	p<0,001	0,87	p<0,001
6 месяцев	ВАШ	0,54	0,002	0,44	0,015
	ODI	0,59	0,001	0,75	p<0,001
	RDQ	0,70	p<0,001	0,86	p<0,001
9 месяцев	ВАШ	0,50	0,005	0,59	0,001
	ODI	0,60	p<0,001	0,73	p<0,001
	RDQ	0,74	p<0,001	0,86	p<0,001
12 месяцев	ВАШ	0,59	0,001	0,57	0,001
	ODI	0,64	p<0,001	0,73	p<0,001
	RDQ	0,76	p<0,001	0,85	p<0,001

На основании данных таблицы 21 можно отметить, что через 3 месяца после оперативного лечения и далее у пациентов второй группы отмечалась достоверная (при $p<0,05$) умеренная положительная корреляционная связь между величиной отклонения поясничного лордоза и показателями болевого синдрома и качества жизни пациентов. С течением времени отмечалось увеличение силы корреляционной связи. У пациентов третьей группы исследования достоверная (при $p<0,05$) умеренная положительная корреляционная связь тех же показателей появлялась через 6 месяцев. Сила корреляционной связи в третьей группе также прогрессивно усиливалась с течением времени. Сила связи во второй группе исследования несколько больше, чем в третьей.

По результатам проведённого корреляционного анализа влияния величины отклонения поясничного лордоза на уровень болевого синдрома по ВАШ и уровень качества жизни по шкалам ODI и RDQ получили следующие результаты.

1. Величина отклонения поясничного лордоза, рассчитанная для второй и третьей групп исследования, имеет статистически достоверную (при $p < 0,05$) положительную корреляционную связь с уровнем болевого синдрома и показателями качества жизни пациентов 2 и 3 групп исследования.

2. Через 6 месяцев после оперативного лечения было отмечено, что чем меньше величина отклонения поясничного лордоза у пациентов в обеих исследуемых группах, тем уровень болевого синдрома по ВАШ и показатели качества жизни по ODI и RDQ лучше.

3. Через 6 месяцев после оперативного лечения уровень корреляционной связи при оценке величины отклонения поясничного лордоза по латеральной рентгенографии поясничного отдела позвоночника и таза во второй группе исследования ниже, чем при оценке отклонения по полноростовой латеральной рентгенографии в третьей группе.

По результатам анализа можно заключить, что величина отклонения поясничного лордоза влияет на уровень болевого синдрома по шкале ВАШ и показатели качества жизни по шкалам ODI и RDQ в период от 6 до 12 месяцев после оперативного лечения и не зависит от способа расчёта коррекции сегментарного поясничного лордоза.

Это подтверждает принципиальную возможность использования, сформированного нами, нейроортопедического подхода при различных диагностических возможностях учреждений здравоохранения для повышения удовлетворённостью пациентов качеством оказываемой медицинской помощи при дегенеративных стенозах поясничного и крестцового отделов позвоночника.

Обобщив результаты нашей научной работы, мы сформировали клинко-диагностический алгоритм обследования и коррекции поясничного лордоза при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Алгоритм обследования и расчёта коррекции поясничного лордоза при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника

Как видно из рисунка 13 основной алгоритм достаточно прост по своей структуре и может быть легко освоен для использования в различных лечебных учреждениях вертебрологического профиля. На основании результатов нашего исследования применение данного алгоритма позволяет улучшить клинические результаты декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств при лечении дегенеративных стенозов на нижнепоясничном отделе позвоночника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективное хирургическое лечение дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника остаётся актуальной проблемой современной нейрохирургии, травматологии и ортопедии, вертебрологии. Многофакторность формирования, различия в морфологии и многоликость клинических проявлений поясничных спинальных стенозов определяет широкую вариативность способов лечения данной патологии.

На данном этапе медицинской науки при неэффективности консервативного лечения хирургическое лечение дегенеративного стеноза является основным методом лечения. В ходе развития и совершенствования оперативных техник лечения стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника декомпрессивные вмешательства стали дополняться межтеловым спондилодезом, что позволило повысить эффективность оперативного лечения и улучшить его функциональный исход. Различные авторы предлагали варианты выполнения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств, что породило множество техник выполнения спондилодеза: ALIF, OLIF, PLIF, TLIF, XLIF, DLIF. У каждой техники есть свои преимущества и недостатки, ряд сравнительных исследований этих методов хирургического лечения не выявил однозначного преимущественного способа выполнения, который бы эффективнее других улучшал исход и качество жизни прооперированных пациентов.

В диагностике спинальных стенозов также не существует метода, который бы единолично мог объективизировать данные клинической картины пациента и определить необходимый объём оперативного лечения. Для диагностики спинальных стенозов используется широкий спектр методов исследования: рентгенография в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, дополняемая функциональными снимками, полноростовыми сагиттальными рентгенограммами, МРТ, КТ с миелографией и без неё, ЭНМГ. Каждый из методов уточняет характеристику спинального стеноза пациента и дополняет общую диагностическую картину данными, недоступными для других методов.

Не только диагностика данной патологии пошла по пути взаимодействия подходов и различных методов, но и хирургическое лечение спинальных стенозов в настоящий момент претерпевает изменения под влиянием школы травматологов-ортопедов и их знаний о гармонизации профиля позвоночника. Одним из актуальных направлений исследования хирургии дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника является объединение нейрохирургических идей по декомпрессии позвоночного канала и ортопедических идей о влиянии позвоночно-тазовых параметров и параметров сагиттального баланса на тактику декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств и их клинический эффект. Исследования, под руководством как нейрохирургов, так и травматологов ортопедов, в этом направлении отмечают положительное влияние восстановления параметров позвоночно-тазовых взаимоотношений и сагиттального баланса на качество жизни пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника.

В настоящей работе представлен обзор и анализ возможностей применения принципов декомпрессии дурального мешка и позвоночного канала совместно с учётом позвоночно-тазовых параметров и параметров сагиттального баланса в рамках формирования нейроортопедического подхода к оперативному лечению дегенеративных спинальных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника. Проведён анализ эффективности применения данного подхода относительно традиционного короткосегментного декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства с формированием спондилодеза по технологии TLIF. Произведена оценка влияния методов расчёта коррекции сегментарного лордоза на уровнях поражения на уровень болевого синдрома и качество жизни пациентов.

С целью определения эффективности применения нейроортопедического подхода нами были проанализированы результаты клинико-лучевого обследования пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника на уровнях от L3 до S1. Разработан нейроортопедический подход к оперативному лечению дегенеративных стенозов поясничного и крестцового

отделов позвоночника и произведена оценка влияния его применения на качество жизни пациентов и уровень болевого синдрома после проведенного оперативного лечения. Проведён сравнительный анализ результатов эффективности лечения пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника с учётом различных вариантов предоперационного расчёта объёма коррекции сегментарного лордоза на уровне поражения.

Для реализации целей и задач диссертационного исследования было спланировано проспективное когортное исследование с простой рандомизацией в группах исследования. Сформированы критерии включения и исключения из исследования. С учетом сформированных критериев, целей и задач исследования были сформированы 3 группы исследования (1 контрольная и 2 исследуемых группы). Для проведения исследования изначально отобрано 168 пациентов с одно-, двух- и трёхуровневым стенозом позвоночного канала С и D степени согласно классификации С. Schizas и N. Theumann (2009) на уровнях от L3 до S1, проходивших лечение в нейрохирургическом отделении №2 ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» в период с 2015 по 2018 г. После первичного анализа данных и исключения из исследования пациентов с отсутствующими данными для анализа и последующее применение метода простой рандомизации в каждой из групп сформировало окончательный пул из 90 пациентов, по 30 пациентов в каждой группе исследования. Контрольная группа включала пациентов, у которых в рамках проведенного декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства не производилось оценки и коррекции показателей позвоночно-тазовых параметров и параметров сагиттального баланса. Исследуемые группы пациентов включали по 30 пациентов, которым проводилась оценка сагиттального профиля и коррекция поясничного лордоза с использованием различных методик расчета. Во второй группе исследования расчёт и коррекция производились по данным позвоночно-тазовых параметров, в то время как в третьей группе исследования расчёт и коррекция производились на основе параметров глобального баланса.

Исследование включало в себя 3 этапа. Первый этап был посвящен первичному анализу клинико-лучевых данных пациентов в группах исследования и оценку репрезентативности и однородности групп исследования по изучаемым признакам. Второй этап был посвящен сравнительному изучению влияния нейроортопедического подхода к лечению дегенеративных стенозов поясничного и крестцового отделов позвоночника на болевой синдром и качество жизни пациентов с использованием данных различных шкал и анкет. На третьем этапе, с целью определения эффективности различных методов расчета и коррекции сегментарного лордоза в рамках проводимого декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства, сравнивались результаты полученной коррекции поясничного лордоза и клинических данных пациентов в раннем и позднем послеоперационном периоде в корреляции с дефицитом поясничного лордоза по каждой из методик расчёта.

Средний возраст пациентов, включённых в исследование, составил в группе 1 - $47,1 \pm 14,6$ лет, в группе 2 – $45,6 \pm 12,6$ лет, а в группе 3 - $50,3 \pm 14,5$ лет. Распределение по полу в группах было практически одинаковым с некоторым преобладанием мужчин от 53% до 57%. По количеству уровней поражения преобладали пациенты с одноуровневыми стенозами на уровнях L4-L5 и L5-S1 с частотой от 70% до 80%. Двухуровневое поражение встречалось у пациентов от 20% до 27%. Во всех группах исследования отмечались стенозы C-D степени по классификации Schizas (2009).

Всем пациентам в рамках исследования проводилось комплексное клинико-неврологическое и лабораторное обследование, выполнялись МРТ и СКТ пояснично-крестцового отдела позвоночника, рентгенография в прямой и боковой проекции с функциональными пробами. Пациентам 2 группы обследование дополнилось латеральной рентгенографией поясничного отдела позвоночника и таза с захватом коленных суставов в положении стоя до и после оперативного лечения. Пациентам 3 группы исследования выполнялась полноростовая панорамная рентгенография позвоночника в сагиттальной плоскости в положении стоя до и после оперативного лечения. Пациентам контрольной 1 группы

полноростовая панорамная рентгенография позвоночника в сагиттальной плоскости в положении стоя выполнялась только после оперативного лечения. Всем пациентам проводилась оценка болевого синдрома по шкале ВАШ, оценка качества жизни по шкалам ODI и RDQ.

Медиана значений предоперационного уровня болевого синдрома по ВАШ составляла от 49% до 56,5%. По шкале ODI медиана значений в группах колебалась от 39% до 40%, а по шкале RDQ от 11 до 12,5. Степень предоперационного неврологического дефицита была D-E степени по шкале ASIA. У всех пациентов исследования стеноз позвоночного канала сопровождался схожими клиничко-неврологическими расстройствами, которые более чем в 40% случаев сопровождалась парезами той или иной степени выраженности, причём частота длительно существующих парезов с клинически значимой гипотрофией мышечных групп достигала 37%.

Оперативное лечение пациентов производилось в объёме одно- двух- и трёхуровневых декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств на уровнях от L3 до S1, выполненных из срединного разреза по технологии TLIF с использованием ригидных межтеловых имплантов, различных титановых транспедикулярных систем. В исследуемых группах при оперативном лечении с целью коррекции сегментарного поясничного лордоза выполнялась PO и SPO остеотомия.

После оперативного лечения срок катамнеза в нашем исследовании составлял 12 месяцев. Оценка состояния пациентов проводилась с использованием ВАШ, опросника ODI и анкеты RDQ на 10 день после операции и далее через 1,5, 3, 6, 9, 12 месяцев.

В результате анализа полученных данных анкет исследования выявлено, что уровень болевого синдрома по ВАШ, уровень качества жизни по шкалам ODI и RDQ ниже в исследуемых группах (2 и 3) по сравнению с контрольной на всём периоде наблюдения. Медиана уровня болевого синдрома достоверно (при $p < 0,017$) ниже во 2 и 3 группе по сравнению с контрольной, начиная с 10 суток после оперативного лечения. Медиана уровня качества жизни по шкале ODI

достоверно (при $p < 0,017$) ниже во 2 и 3 группе по сравнению с контрольной, начиная с 1,5 месяцев после оперативного лечения. Медиана уровня качества жизни по шкале RDQ достоверно (при $p < 0,017$) ниже во 2 и 3 группе по сравнению с контрольной, начиная с 6 месяцев после оперативного лечения. Между исследуемыми группами (группа 2 и группа 3) медианы уровня болевого синдрома по шкале ВАШ и уровня качества жизни по шкалам ODI и RDQ достоверно (при $p < 0,017$) не отличаются.

Это свидетельствует, что применение нейроортопедического подхода с анализом параметров позвоночно-тазовых взаимоотношений и параметров глобального сагиттального баланса и интраоперационной коррекцией сегментарного лордоза улучшает состояние пациентов по уровню болевого синдрома по шкале ВАШ и показателям качества жизни через 6 месяцев после проведённого оперативного лечения, при этом достоверных различий в клинических результатах по данным ВАШ, ODI, RDQ между исследуемыми группами выявлено не было.

Пациентам 2 и 3 исследуемых групп до и после оперативного лечения проводилась оценка показателей сагиттального баланса по основным параметрам: PI, SS, PT, GLL. Медиана тазового индекса (PI) до и после лечения составила $48,8^{\circ}$ и $49,2^{\circ}$ соответственно в 2 группе, в 3 группе до лечения $48,7^{\circ}$, а после $48,9^{\circ}$. Медиана угла наклона крестца во второй группе составила $33,9^{\circ}$ до лечения, $13,9^{\circ}$ после лечения. В третьей группе $33,5^{\circ}$ и $14,9^{\circ}$ соответственно. Медиана угла наклона таза в 2 группе составила $14,8^{\circ}$ до лечения и $35,6^{\circ}$ после, а в 3 группе $16,9^{\circ}$ до лечения и $31,6^{\circ}$ после лечения. Медиана величины поясничного лордоза в 2 группе составила $49,7^{\circ}$ до оперативного лечения и $52,5^{\circ}$ после, а в 3 группе $45,4^{\circ}$ до лечения и 54° после проведённого лечения. Все изменения параметров до и после оперативного лечения статистически достоверно (при $p < 0,05$) различались между собой.

В ходе оперативного лечения пациентам исследуемых групп производилась коррекция поясничного лордоза, рассчитанная по двум методикам. Во второй группе исследования расчёт коррекции лордоза проводился на основании

разницы между измеренной величиной поясничного лордоза у пациента и рассчитанной величины идеального лордоза по формуле $GLL_{th} = 0.54 * PI + 27.6$. В третьей группе исследования расчёт коррекции лордоза проводился на основании индекса $FBI = FOA + C7TA + PTCA$, где величина индекса и есть объём необходимой коррекции в градусах. Медиана произведённой коррекции поясничного лордоза во второй группе составила $5,2^{\circ}$, в третьей группе 9° .

По результатам анализа корреляционных связей между величиной отклонения поясничного лордоза после коррекции и данными качества жизни пациентов в двух исследуемых группах выявлено, величина отклонения поясничного лордоза, рассчитанная для второй и третьей групп исследования имеет статистически достоверную (при $p < 0,05$) положительную корреляционную связь с уровнем болевого синдрома и показателями качества жизни. Уже через 6 месяцев после оперативного лечения можно отметить, что чем меньше величина отклонения поясничного лордоза у пациентов в обоих исследуемых группах, тем уровень болевого синдрома по ВАШ и показатели качества жизни по ODI и RDQ лучше. Тем не менее уровень выявленной корреляционной связи в 2 группе исследования несколько ниже, чем в третьей группе.

Величина отклонения поясничного лордоза, у второй и третьей групп исследования, имеет статистически достоверную (при $p < 0,05$) положительную корреляционную связь с уровнем болевого синдрома и показателями качества жизни пациентов.

Через 6 месяцев после оперативного лечения выявлено, что чем меньше величина отклонения поясничного лордоза у пациентов в обоих исследуемых группах, тем уровень болевого синдрома по ВАШ и показатели качества жизни по ODI и RDQ лучше.

По результатам анализа можно заключить, что величина отклонения поясничного лордоза влияет на уровень болевого синдрома по шкале ВАШ и показатели качества жизни по шкалам ODI и RDQ в период от 6 до 12 месяцев после оперативного лечения и не зависит от способа расчёта коррекции сегментарного поясничного лордоза.

На основании полученных статистических данных нами для клинического использования предложен алгоритм применения нейроортопедического подхода для лечения пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов на уровнях от L3 до S1. После выполнения комплексной клиничко-неврологической оценки больного предоперационный этап обследования помимо рутинных МРТ и СКТ исследований, выполняемых в положении лёжа, должен в обязательном порядке дополняться функциональной сагиттальной рентгенографией всего позвоночника или поясничного отдела и крестца с захватом головок бедренных костей в положении стоя. Более предпочтительным исследованием является полноростовая сагиттальная рентгенография всего позвоночника, так как позволяет оценить одновременно весь позвоночный столб, предполагаемое изменение сегментарного поясничного лордоза на уровне поражения и предположить влияние этого изменения на весь позвоночный столб пациента. Для расчётов по данным этого рентгенологического исследования предпочтительно использовать формулу расчёта коррекции, основанную на индексе полного баланса FBI. При отсутствии технических возможностей для выполнения подобного исследования необходимо применять критерии включения и исключения нашего исследования с целью оценки возможности расчёта интраоперационной коррекции по формуле идеального поясничного лордоза.

Контроль коррекции поясничного лордоза следует проводить на этапе оперативного лечения с применением ЭОП и программно-аппаратных средств непосредственно в операционной и дополнять повторным контрольным функциональным исследованием позвоночника в сагиттальной плоскости в положении стоя не ранее чем через 10 дней после выполненного оперативного лечения. Такой подход к лучевому сопровождению декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств на нижнепоясничном отделе позвоночника позволяет на каждом этапе лечения осуществлять контроль за функциональным состоянием позвоночника в зоне оперативного лечения.

Полученные нами данные свидетельствуют о клинической эффективности разработанного нами нейроортопедического подхода к лечению пациентов с

дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника. Учитывая отсутствие статистически достоверных различий (при $p < 0,017$) по уровню болевого синдрома по ВАШ и показателям качества жизни по шкалам ODI и RDQ между методами расчёта коррекции поясничного лордоза, можно рекомендовать использование в клинической практике любого из методов, который позволяют осуществить имеющиеся в ЛПУ диагностические технические мощности. Метод расчёта коррекции на основании формулы идеального поясничного лордоза менее требователен к диагностической аппаратуре и может быть широко использован без замены имеющихся диагностических рентгеновских установок, что позволяет в короткие сроки внедрить данный метод для широкого круга учреждений и медицинских специалистов в вертебрологии.

ВЫВОДЫ

1. Клинико-лучевая картина у пациентов с дегенеративным стенозом поясничного и крестцового отделов позвоночника от уровня L3 до S1 характеризуется одноуровневым поражением на уровнях L4-L5 и L5-S1 с частотой от 70% до 80%, двухуровневым в 20-27%, выраженным болевым синдромом в ногах в 79% наблюдений и корешковым синдромом в виде пареза – у 43% пациентов, гипотрофией мышц у 32% больных и отсутствием физиологического поясничного лордоза – у 68% больных и патологическими нарушениями позвоночно-тазовых взаимоотношений в виде ретроверзии таза и уменьшения наклона крестца – у 63% пациентов, что находит своё отражение в самочувствии пациентов.

2. Сформированный новый нейроортопедический подход к декомпрессивно-стабилизирующим вмешательствам на поясничном и крестцовом отделах позвоночника включает выполнение полноценной декомпрессии спинного мозга и его элементов по технологии TLIF, а также восстановление физиологических параметров поясничного лордоза и показателей позвоночно-тазовых соотношений путем установки ригидного межтелового имплантата, спинальной конструкции и выполнения PO и SPO остеотомий, что позволило снизить болевой синдром на 53% по шкале ВАШ и улучшить качество жизни пациента на 32% по шкале ODI и на 8 баллов по шкале RDQ от предоперационного состояния.

3. Применение нейроортопедического подхода даже при коротко-сегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах уже через 6 месяцев после оперативного лечения достоверно (при уровне значимости $p < 0,017$) улучшает послеоперационные показатели уровня болевого синдрома по ВАШ в среднем на 11% и уровень качества жизни по шкалам ODI (на 13,5%) и RDQ (на 2,8 балла) во всех исследуемых группах по сравнению с контрольной группой.

4. Разработанный алгоритм диагностики и хирургического лечения включает комплексную оценку неврологического статуса, степени стеноза

позвоночного канала по данным МРТ, оценку параметров позвоночно-тазовых взаимоотношений, декомпрессию невральных структур с коррекцией сегментарного лордоза и восстановления позвоночно-тазовых соотношений на уровне поражения по данным сагиттальной рентгенографии с учётом технических возможностей имеющегося рентген оборудования.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В рамках предоперационного обследования пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника на уровнях от L3 до S1 необходимо проводить комплексное обследование, которое включает рентгенографию позвоночника в положении стоя с оценкой сагиттального профиля позвоночника и показателей позвоночно-тазовых соотношений.

2. У пациентов с дегенеративным стенозом поясничного и крестцового отделов позвоночника показано выполнение хирургического вмешательства в объеме декомпрессии спинного мозга и его элементов, а также восстановления сагиттального профиля поясничного сегмента позвоночника и позвоночно-тазовых соотношений.

3. У пациентов с выявленными нарушениями позвоночно-тазовых взаимоотношений или параметров глобального сагиттального баланса при выполнении декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств необходимо производить интраоперационную коррекцию сегментарного поясничного лордоза на уровне поражения с целью снижения дефицита поясничного лордоза.

4. Разработанный нейроортопедический подход для предоперационного планирования и оперативного лечения на поясничном и крестцовом отделах позвоночника рекомендовать к использованию при выполнении всех декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств, в том числе и короткосегментных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас укладок при рентгенологических исследованиях [Электронный ресурс] / О. М. Алексеева, Н. Н. Блинов, Д. А. Лежнев [и др.]. – Москва: Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2019. – 62 с. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41236514>
2. Ахадов, Т. А. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний спинного мозга и позвоночника / Т. А. Ахадов. – 1994. – С. 46.
3. Байков, Е. С. Способ профилактики грыж поясничных межпозвонковых дисков: клинический случай / Е. С. Байков // Международный Журнал Прикладных И Фундаментальных Исследований. – 2015. – № 9-4. – С. 651-654.
4. Брюханов, В. Г. Диагностика стенозирующих процессов позвоночного канала на поясничном уровне (обзор литературы) / В. Г. Брюханов, З. В. Кошкарева, В. А. Сороковиков, А. В. Горбунов // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2010. – № 6-1 (76). – С. 215-219.
5. Бывальцев, В. А. Использование шкал и анкет в вертебрологии / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, В. А. Сороковиков, Н. И. Арсентьева // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2011. – Т. 111, № 9-2. – С. 51-56.
6. Влияние позвоночно-тазовых параметров на развитие и эффективность лечения синдрома крестцово-подвздошного сочленения / И. В. Волков, И. Ш. Карабаев, Д. А. Пташников [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2018. – № 2. – С. 13-20.
7. Влияние позвоночно-тазовых параметров на частоту развития нестабильности смежного сегмента при моносегментарной фиксации в поясничном отделе / С. В. Масевнин, Д. А. Пташников, И. В. Волков, Н. А. Коновалов // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2019. – Т. 83, № 2. – С. 80-84.

8. Влияние реконструкции сагиттального баланса на результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным спондилолистезом низкой степени градации: анализ моноцентральной четырехлетней когорты / В. С. Климов, И. И. Василенко, С. О. Рябых [и др.] // Гений Ортопедии. – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 555-564.

9. Горохова, Е. Н. Клиника, диагностика и хирургическое лечение множественных повреждений шейного отдела позвоночника дегенеративно-дистрофического и травматического генеза: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.28 / Горохова Е. Н. – Москва, 2008. – 150 с.

10. Грачев, Ю. В. Вертебральная поясничная боль: полифакторное происхождение, симптомология, принципы лечения / Ю. В. Грачев, В. И. Шмырев // Лечащий врач. – 2008. – № 5. – С. 6-11.

11. Гуща, А. О. Опыт эндоскопических вмешательств при патологии позвоночника / А. О. Гуща, С. О. Арестов // Эндоскопическая Хирургия. – 2010. – Т. 16, № 4. – С. 48-56.

12. Диагностика поясничного спинального стеноза / А. И. Продан, О. А. Перепечай, В. А. Колесниченко [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – № 3. – С. 77-81.

13. Егоров, А. В. Комплексное использование эндовидеонейрохирургических технологий при лечении пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков / А. В. Егоров. – Новосибирск : Иркутский государственный медицинский университет, 2014. – 140 с.

14. Живолупов, С. А. Клиническая электронейромиография: Учебная литература / С. А. Живолупов. – Санкт-Петербург: ВМедА, 2007. – 151 с.

15. Изменение сагиттального баланса у пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника / И. И. Василенко, В. С. Климов, А. В. Евсюков [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2015. – Т. 79, № 5. – С. 102-107.

16. История хирургического лечения корешковой боли при патологии межпозвонкового диска / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, А. А. Калинин [и др.] //

Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13, № 3. – С. 78-89.

17. Климов, В. С. Влияние параметров сагиттального баланса на качество жизни у пациентов пожилого и старческого возраста, оперированных по поводу дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника / В. С. Климов, И. И. Василенко, А. В. Евсюков, Е. В. Амелина // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2017. – Т. 81, № 2. – С. 56-66.

18. Коррекция сагиттального дисбаланса после предшествующих хирургических вмешательств по поводу дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника / Е. С. Байков, А. В. Пелеганчук, А. Д. Сангинов [и др.] // Хирургия Позвоночника. – 2022. – Т. 19, № 2. – С. 47-56.

19. Крутько, А. В. Нарушение сагиттального баланса при заболеваниях и повреждениях позвоночника / А. В. Крутько, В. В. Рерих, В. М. Прохоренко, О. Н. Леонова. – Новосибирск: Новосибирский государственный медицинский университет, 2020. – 80 с.

20. Крутько, А. В. Анализ критериев прогнозирования результатов хирургического лечения грыж межпозвонковых дисков: обзор современной литературы / А. В. Крутько, Е. С. Байков // Гений Ортопедии. – 2012. – № 1. – С. 140-145.

21. Крутько, А. В. Сагиттальный баланс. Гармония в формулах / А. В. Крутько. – Новосибирск : АНО «Клиника НИИТО», 2006. – 67 с.

22. Крутько, А. В. Сравнительный анализ результатов заднего межтелового спондилодеза (PLIF) и трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF) в сочетании с транспедикулярной фиксацией / А. В. Крутько // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2012. – № 1. – С. 12-21.

23. Крылов, В. В. Видеоэндоскопическая хирургия повреждений и заболеваний грудного и поясничного отделов позвоночника / В. В. Крылов, А. А. Гринь, С. К. Ощепков; под ред. В. В. Крылова. – Print-Studio, 2012. – 152 с.

24. Кузнецов, В. Ф. Стеноз позвоночного канала / В. Ф. Кузнецов // Медицинские новости. – 1997. – № 5. – С. 22-29.

25. Лечение пациентов с дегенеративными деформациями поясничного отдела позвоночника с использованием MIS-технологий: анализ 5-летних результатов / И. И. Василенко, А. В. Евсюков, С. О. Рябых [и др.] // Хирургия Позвоночника. – 2022. – Т. 19, № 4. – С. 52-59.

26. Луцик, А. А. Стеноз позвоночника: Учебно-методические рекомендации / А. А. Луцик, А. Г. Епифанцев, Т. В. Чижикова, В. А. Казанцев. — Новокузнецк, 2009. – 42 с.

27. Морозов, А. К. Алгоритм лучевых исследований больных с патологией позвоночника / А. К. Морозов, А. А. Беляева, А. Л. Корначев, В. В. Бананов // Материалы научной конференции «Вертебрология – проблемы, поиски, решения». – Москва, 1998. – С. 129-130.

28. Назаренко, Г. И. Современные взгляды на проблемы лечения боли в спине / Г. И. Назаренко, А. М. Черкашов, И. Б. Героева, А. А. Рухманов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 3. – С. 10-15.

29. Никифоров, А. С. Болевой синдром в плечелопаточной области: современные подходы к диагностике и лечению / А. С. Никифоров, О. И. Мендель // РМЖ. – 2008. – Т. 16, № 12. – С. 1700-1704.

30. Никонова, М. Э. Визуализация дурального мешка при грыжах межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / М. Э. Никонова, Н. В. Арутюнов, Н. А. Коновалов, Л. М. Фадеева // Материалы 2-го Всероссийского национального конгресса по лучевой диагностике и терапии. – Москва, 2008. – С. 201-202.

31. Обобщение зависимостей между геометрическими параметрами сагиттального баланса / Д. В. Иванов, А. С. Фалькович, А. М. Донник [и др.] // Российский Журнал Биомеханики. – 2022. – Т. 26, № 1. – С. 8-24.

32. Омельченко, А. В. Стенозы поясничного отдела позвоночного канала: типы клинического течения, результаты хирургического лечения / А. В. Омельченко. – Санкт-Петербург: ГУ «Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт», 2004. – 139 с.

33. Орлов, Ю. А. Болевой синдром при стенозе поясничного отдела

позвоночного канала / Ю. А. Орлов, А. Е. Косинов, А. И. Ткач // Вопросы нейрохирургии. – 1987. – № 2. – С. 60-63.

34. Особенности сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с коксовертебральным синдромом / В. А. Аверкиев, А. Л. Кудяшев, В. А. Артюх [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 4. – С. 49-54.

35. Патогенез поясничного спинального стеноза: современные концепции / Л. И. Продан, О. А. Перепечай, В. А. Колесниченко [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – № 2. – С. 88-93.

36. Полищук, Н. Е. Клиника и дифференциальная диагностика поясничного стеноза / Н. Е. Полищук, А. Л. Исаенко // Украинский медицинский журнал. – 2001. – № 2. – С. 106-109.

37. Попелянский, Я. Ю. Болезни периферической нервной системы: руководство для врачей / Я. Ю. Попелянский. – Москва: МедПресс-Информ, 2015. – 352 с.

38. Продан, А. И. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией / А. И. Продан, В. А. Радченко, А. Н. Хвисяк, В. А. Куценко // Хирургия Позвоночника. – 2006. – № 4. – С. 61-69.

39. Развитие дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника у больных с коксартрозом и нарушением сагиттального позвоночно-тазового баланса / А. Л. Кудяшев, В. М. Шаповалов, В. А. Аверкиев [и др.]. – 2013. – № 3 (43). – С. 70-74.

40. Результаты дифференцированного хирургического лечения пациентов пожилого и старческого возраста с латеральным стенозом позвоночного канала на поясничном уровне / В. С. Климов, Р. В. Халепа, И. И. Василенко [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14, № 4. – С. 76-84.

41. Результаты поясничного межтелового спондилодеза у пациентов пожилого возраста с поясничным спинальным стенозом, ассоциированным с синдромом конского хвоста / А. А. Калинин, Д. В. Хозеев, В. Ю. Голобородько [и др.] // Инновационная Медицина Кубани. – 2022. – Т. 7, № 4. – С. 15-23.

42. Результаты применения минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии у пациентов с моноsegmentарным поясничным стенозом / Н. А. Коновалов, Е. С. Бринюк, С. В. Капровой [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2022. – Т. 86, № 5. – С. 66-73.

43. Рентгенологическая оценка коррекции segmentарного и общего поясничного лордоза при применении индивидуальных лордозизирующих межтеловых имплантатов у пациентов с дегенеративным сколиозом / А. А. Денисов, Д. А. Пташников, Д. А. Михайлов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 71-78.

44. Руцкий, А. В. Нейроортопедические и ортопедоневрологические синдромы у детей и подростков / А. В. Руцкий, Г. Г. Шанько. – Минск: Харвест, 1998. – 336 с.

45. Сампиев, М. Т. Лечение сочетанного лигаментарного стеноза межпозвонковых каналов с корешковым синдромом пояснично-крестцового отдела позвоночника: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / Сампиев М. Т. – Москва, 1999. – 120 с.

46. Смирнов, А. Ю. Клиника, диагностика и хирургическое лечение поясничного стеноза / А. Ю. Смирнов // Нейрохирургия. – 1999. – № 2. – С. 59-64.

47. Современные методы лечения дегенеративных заболеваний межпозвонкового диска. Обзор литературы / Н. А. Коновалов, А. Г. Назаренко, Д. С. Асютин [и др.] // Вопросы Нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2016. – Т. 80, № 4. – С. 102-108.

48. Ульрих, Э. В. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках / Э. В. Ульрих, А. Ю. Мушкин. – Санкт-Петербург: ЭЛБИ-СПб, 2005. – 187 с.

49. Фасеточная фиксация в комбинации с межтеловым спондилодезом: сравнительный анализ и клинический опыт нового способа хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника / В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, А. К. Оконешникова [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2016. – Т. 71, № 5. – С. 375-384.

50. Хирургическая коррекция сагиттального дисбаланса поясничного отдела позвоночника дегенеративного генеза / Е. С. Байков, А. В. Пелеганчук, А. Д. Сангинов [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2020. – Т. 17, № 2. – С. 49-57.

51. Худяев, А. Т. Особенности диагностики врожденного стеноза позвоночного канала и его роль при лечении больных с грыжами поясничных межпозвонковых дисков / А. Т. Худяев, О. В. Васильева // Актуальные вопросы ортопедии, травматологии и нейрохирургии: материалы итоговой научно-практической конференции. – Казань, 2001. – С. 117-119.

52. Шуваева, О. Б. Клинический полиморфизм рецидивирующих болевых синдромов после оперативного вмешательства при компрессионной радикулопатии на пояснично-крестцовом уровне / О. Б. Шуваева // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2005. – Т. 105, № 11. – С. 10-15.

53. Шулёв, Ю. А. Комплексное хирургическое лечение больных с дегенеративными поражениями пояснично-крестцового отдела позвоночника / Ю. А. Шулёв, А. К. Дулаев, В. А. Хилько // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2000. – Т. 159, № 3. – С. 31-36.

54. Эндоскопическое лечение дегенеративного стеноза позвоночного канала / Д. Н. Абуков, В. Ю. Черebilло, А. К. Дулаев [и др.] // Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. – 2022. – № 1(7). – С. 33-42.

55. Эффективность использования индивидуальных 3D-моделей позвоночника при декомпрессивно-стабилизирующих операциях на поясничнокрестцовом отделе позвоночника / Р. А. Коваленко, В. А. Кашин, В. Ю. Черebilло, Ю. И. Рюмина // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. – 2021. – Т. 13, № 3. – С. 52-60.

56. Эффективность и безопасность применения систем динамической стабилизации на титановой основе у пациентов с дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника и сниженной костной плотностью / Т. С. Алдатов, В. Ю. Черebilло, В. М. Драгун [и др.] // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. – 2021. – Т. 22. – С. 21-34.

57. A comparison of posterior lumbar interbody fusion and transforaminal

lumbar interbody fusion: a literature review and meta-analysis / Q. Zhang, Z. Yuan, M. Zhou [et al.] // BMC musculoskeletal disorders. – 2014. – Vol. 15. – P. 367.

58. A meta-analysis comparing ALIF, PLIF, TLIF and LLIF / I. Teng, J. Han, K. Phan, R. Mobbs // Journal of Clinical Neuroscience: Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia. – 2017. – Vol. 44. – P. 11-17.

59. A radiographic assessment of the ability of the extreme lateral interbody fusion procedure to indirectly decompress the neural elements / L. Oliveira, L. Marchi, E. Coutinho, L. Pimenta // Spine. – 2010. – Vol. 35, № 26 Suppl. – P. S331-337.

60. A Randomized, Controlled Trial of Fusion Surgery for Lumbar Spinal Stenosis / P. Försth, G. Ólafsson, T. Carlsson [et al.] // The New England Journal of Medicine. – 2016. – Vol. 374, № 15. – P. 1413-1423.

61. A rare case of paraplegia complicating a lumbar epidural infiltration / L. Thefenne, C. Dubecq, E. Zing [et al.] // Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. – 2010. – Vol. 53, № 9. – P. 575-583.

62. Adilay, U. Comparison of single-level and multilevel decompressive laminectomy for multilevel lumbar spinal stenosis / U. Adilay, B. Guclu // World neurosurgery. – 2018. – Vol. 111. – P. 235-240.

63. Adjacent segment mobility after rigid and semirigid instrumentation of the lumbar spine / B. Cakir, C. Carazzo, R. Schmidt [et al.] // Spine. – 2009. – Vol. 34, № 12. – P. 1287-1291.

64. Amar, J. Human motor: or the scientific foundations of labour and industry / J. Amar. – S.l. : Routledge, 1920.

65. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update) / D. S. Kreiner, W. O. Shaffer, J. L. Baisden [et al.] // The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society. – 2013. – Vol. 13, № 7. – P. 734-743.

66. Anterior lumbar interbody fusion in comparison with transforaminal lumbar interbody fusion: implications for the restoration of foraminal height, local disc angle, lumbar lordosis, and sagittal balance / P. C. Hsieh, T. R. Koski, B. A. O'Shaughnessy [et al.] // Journal of Neurosurgery. Spine. – 2007. – Vol. 7, № 4. –

P. 379-386.

67. Anterior lumbar interbody fusion using recombinant human bone morphogenetic protein-2: a prospective study of complications / G. M. Malham, R. M. Parker, N. J. Ellis [et al.] // *Journal of Neurosurgery. Spine.* – 2014. – Vol. 21, № 6. – P. 851-860.

68. Approach-Related Complications of Anterior Lumbar Interbody Fusion: Results of a Combined Spine and Vascular Surgical Team / R. J. Mobbs, K. Phan, D. Daly [et al.] // *Global Spine Journal.* – 2016. – Vol. 6, № 2. – P. 147-154.

69. Associations between radiographic lumbar spinal stenosis and clinical symptoms in the general population: the Wakayama Spine Study / Y. Ishimoto, N. Yoshimura, S. Muraki [et al.] // *Osteoarthritis and Cartilage.* – 2013. – Vol. 21, № 6. – P. 783-788.

70. Axial loading during magnetic resonance imaging in patients with lumbar spinal canal stenosis: does it reproduce the positional change of the dural sac detected by upright myelography? / H. Kanno, T. Endo, H. Ozawa [et al.] // *Spine.* – 2012. – Vol. 37, № 16. – P. 985-992.

71. Barrey, C. Current strategies for the restoration of adequate lordosis during lumbar fusion / C. Barrey, A. Darnis // *World Journal of Orthopedics.* – 2015. – Vol. 6, № 1. – P. 117-126.

72. Barrey, C. Equilibre sagittal pelvi-rachidien et pathologies lombaires degeneratives: etude comparative e propos de 100 cas / C. Barrey, P. Roussouly. – S.l. : Universite Claude Bernard (Lyon), 2004.

73. Bassewitz, H. Lumbar stenosis with spondylolisthesis: current concepts of surgical treatment / H. Bassewitz, H. Herkowitz // *Clinical Orthopaedics and Related Research.* – 2001. – № 384. – P. 54-60.

74. Battié, M. C. Health-related quality of life and comorbidities associated with lumbar spinal stenosis / M. C. Battié, C. A. Jones, D. P. Schopfloch, R. W. Hu // *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society.* – 2012. – Vol. 12, № 3. – P. 189-195.

75. Bolender, N. F. Role of computed tomography and myelography in the

diagnosis of central spinal stenosis / N. F. Bolender, N. S. Schönström, D. M. Spengler // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume.* – 1985. – Vol. 67, № 2. – P. 240-246.

76. Bony lateral recess stenosis and other radiographic predictors of failed indirect decompression via extreme lateral interbody fusion: multi-institutional analysis of 101 consecutive spinal levels / T. Y. Wang, G. Nayar, C. R. Brown [et al.] // *World Neurosurgery.* – 2017. – Vol. 106. – P. 819-826.

77. Borenstein, D. G. Low back pain: medical diagnosis and comprehensive management. *Low back pain* / D. G. Borenstein, S. W. Wiesel, S. D. Boden. – Philadelphia: Saunders, 1995. – 732 p.

78. Briggs H. Chip fusion of the low back following exploration of the spinal canal / H. Briggs, P. Milligan // *The Journal of Bone & Joint Surgery.* – 1944. – Vol. 26, № 1. – P. 125-130.

79. Cadosch, D. Lumbar spinal stenosis--claudicatio spinalis. Pathophysiology, clinical aspects and treatment / D. Cadosch, O. P. Gautschi, J.-Y. Fournier, G. Hildebrandt // *Praxis.* – 2008. – Vol. 97, № 23. – P. 1231-1241.

80. Can the sagittal lumbar curvature be closely approximated by an ellipse? / T. J. Janik, D. D. Harrison, R. Cailliet [et al.] // *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society.* – 1998. – Vol. 16, № 6. – P. 766-770.

81. Caudal vs transforaminal epidural steroid injections as short-term (6 months) pain relief in lumbar spinal stenosis patients with sciatica / A. Ploumis, P. Christodoulou, K. B. Wood [et al.] // *Pain Medicine (Malden, Mass.).* – 2014. – Vol. 15, № 3. – P. 379-385.

82. Chad, D. A. Lumbar spinal stenosis / D. A. Chad // *Neurologic Clinics.* – 2007. – Vol. 25, № 2. – P. 407-418.

83. Changes in lumbar spondylolisthesis on axial-loaded MRI: do they reproduce the positional changes in the degree of olisthesis observed on X-ray images in the standing position? / H. Kanno, H. Ozawa, Y. Koizumi [et al.] // *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society.* – 2015. – Vol. 15, № 6. –

P. 1255-1262.

84. Ciric, I. The lateral recess syndrome. A variant of spinal stenosis / I. Ciric, M. A. Mikhael, J. A. Tarkington, N. A. Vick // *Journal of Neurosurgery*. – 1980. – Vol. 53, № 4. – P. 433-443.

85. Ciricillo, S. F. Lumbar spinal stenosis / S. F. Ciricillo, P. R. Weinstein // *The Western Journal of Medicine*. – 1993. – Vol. 158, № 2. – P. 171-177.

86. Clinical validity of the nerve root sedimentation sign in patients with suspected lumbar spinal stenosis / T. Barz, L. P. Staub, M. Melloh [et al.] // *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. – 2014. – Vol. 14, № 4. – P. 667-674.

87. Cloward, R. B. The treatment of ruptured lumbar intervertebral disc by vertebral body fusion. III. Method of use of banked bone / R. B. Cloward // *Annals of Surgery*. – 1952. – Vol. 136, № 6. – P. 987-992.

88. Comparison of best versus worst clinical outcomes for adult spinal deformity surgery: a retrospective review of a prospectively collected, multicenter database with 2-year follow-up / J. S. Smith, C. I. Shaffrey, V. Lafage [et al.] // *Journal of Neurosurgery. Spine*. – 2015. – Vol. 23, № 3. – P. 349-359.

89. Comparison of decompression alone versus decompression with fusion for stenotic lumbar spine: a systematic review and meta-analysis / S. I. Ahmed, G. Javed, S. B. Bareeqa [et al.] // *Cureus*. – 2018. – Vol. 10, № 8. – P. e3135.

90. Comparison of paraspinal muscle injury in one-level lumbar posterior interbody fusion: modified minimally invasive and traditional open approaches / S. Fan, Z. Hu, X. Fang [et al.] // *Orthopaedic Surgery*. – 2010. – Vol. 2, № 3. – P. 194-200.

91. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion / S. C. Humphreys, S. D. Hodges, A. G. Patwardhan [et al.] // *Spine*. – 2001. – Vol. 26, № 5. – P. 567-571.

92. Cours d'anatomie médicale, ou, Éléments de l'anatomie de l'homme: avec des remarques physiologiques et pathologiques, et les résultats de l'observation sur le siège et la nature des maladies, d'après l'ouverture des corps / A. Portal, R. B. Todd. – Paris : Baudouin, 1803. – 644 p.

93. Degenerative Lumbar Spondylolisthesis with Spinal Stenosis: A Comparative Study of 5-Year Outcomes Following Decompression with Fusion and Microendoscopic Decompression / T. Aihara, T. Toyone, Y. Murata [et al.] // *Asian Spine Journal*. – 2018. – Vol. 12, № 1. – P. 132-139.

94. Delmas, A. Spinal curves and intervertebral foramina / A. Delmas, R. Depreux // *Revue Du Rhumatisme Et Des Maladies Osteo-Articulaires*. – 1953. – Vol. 20, № 1. – P. 25-29.

95. Diab, A. A. M. The efficacy of lumbar extension traction for sagittal alignment in mechanical low back pain: a randomized trial / A. A. M. Diab, I. M. Moustafa // *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. – 2013. – Vol. 26, № 2. – P. 213-220.

96. Diagnosis of lumbar spinal stenosis: an updated systematic review of the accuracy of diagnostic tests / E. I. T. de Schepper, G. M. Overvest, P. Suri [et al.] // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, № 8. – P. 469-481.

97. Diagnostic advancement of axial loaded lumbar spine MRI in patients with clinically suspected central spinal canal stenosis / Y. K. Kim, J. W. Lee, H.-J. Kim [et al.] // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, № 21. – P. 1342-1347.

98. Does multilevel lumbar stenosis lead to poorer outcomes?: a subanalysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) lumbar stenosis study / D. K. Park, H. S. An, J. D. Lurie [et al.] // *Spine*. – 2010. – Vol. 35, № 4. – P. 439-446.

99. Duval-Beaupère, G. A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position / G. Duval-Beaupère, C. Schmidt, P. Cosson // *Annals of Biomedical Engineering*. – 1992. – Vol. 20, № 4. – P. 451-462.

100. Duval-Beaupère, G. Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centres of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo / G. Duval-Beaupère, G. Robain // *International Orthopaedics*. – 1987. – Vol. 11, № 3. – P. 261-269.

101. Dynamic change of dural sac cross-sectional area in axial loaded magnetic resonance imaging correlates with the severity of clinical symptoms in patients with

lumbar spinal canal stenosis / H. Kanno, H. Ozawa, Y. Koizumi [et al.] // *Spine*. – 2012b. – Vol. 37, № 3. – P. 207-213.

102. Effect of indirect neural decompression through oblique lateral interbody fusion for degenerative lumbar disease / S. Fujibayashi, R. A. Hynes, B. Otsuki [et al.] // *Spine*. – 2015. – Vol. 40, № 3. – P. 175-182.

103. Eisenstein, S. Lumbar vertebral canal morphometry for computerised tomography in spinal stenosis / S. Eisenstein // *Spine*. – 1983. – Vol. 8, № 2. – P. 187-191.

104. Electromyographic and magnetic resonance imaging to predict lumbar stenosis, low-back pain, and no back symptoms / A. J. Haig, M. E. Geisser, H. C. Tong [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2007. – Vol. 89, № 2. – P. 358-366.

105. Epidural steroids: a comprehensive, evidence-based review / S. P. Cohen, M. C. Bicket, D. Jamison [et al.] // *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. – 2013. – Vol. 38, № 3. – P. 175-200.

106. Epstein, B. S. Lumbar spinal stenosis / B. S. Epstein, J. A. Epstein, M. D. Jones // *Radiologic Clinics of North America*. – 1977. – Vol. 15, № 2. – P. 227-239.

107. Essentials of spinal microsurgery / J. A. MacCulloch, P. H. Young, J. A. McCulloch [et al.]. – Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998. – 668 p.

108. Esses, S. I. Textbook of spinal disorders / S. I. Esses. – Philadelphia: J.B. Lippincott, 1995. – 352 p.

109. Facsimile plates and line for line hieroglyphic transliteration: The Edwin Smith surgical papyrus: published in facsimile and hieroglyphic transliteration with translation and commentary in two volumes / J. H. Breasted [et al.]. – Reissued. – Chicago, Ill : The Univ. of Chicago Press, 1991. – Vol. 2.

110. Fazal, A. Does the presence of the nerve root sedimentation sign on MRI correlate with the operative level in patients undergoing posterior lumbar decompression for lumbar stenosis? / A. Fazal, A. Yoo, J. A. Bendo // *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. – 2013. – Vol. 13, № 8. – P. 837-842.

111. Fluoroscopic caudal epidural injections with or without steroids in managing pain of lumbar spinal stenosis: one-year results of randomized, double-blind, active-controlled trial / L. Manchikanti, K. A. Cash, C. D. McManus [et al.] // *Journal of Spinal Disorders & Techniques*. – 2012. – Vol. 25, № 4. – P. 226-234.

112. Försth, P. Does fusion improve the outcome after decompressive surgery for lumbar spinal stenosis?: A two-year follow-up study involving 5390 patients / P. Försth, K. Michaëlsson, B. Sandén // *The Bone & Joint Journal*. – 2013. – Vols. 95-B, № 7. – P. 960-965.

113. Fusion or Not for Degenerative Lumbar Spinal Stenosis: A Meta-Analysis and Systematic Review / J. Shen, S. Xu, S. Xu [et al.] // *Pain Physician*. – 2018. – Vol. 21, № 1. – P. 1-8.

114. Global tilt: a single parameter incorporating spinal and pelvic sagittal parameters and least affected by patient positioning / I. Obeid, L. Boissière, C. Yilgor [et al.] // *European Spine Journal*. – 2016. – Vol. 25. – № 11. – P. 3644-3649.

115. Goldstein, J. A. Lumbar sagittal alignment after fusion with a threaded interbody cage / J. A. Goldstein, M. J. Macenski, S. L. Griffith, P. C. McAfee // *Spine*. – 2001. – Vol. 26, № 10. – P. 1137-1142.

116. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis / D. K. Resnick, W. C. Watters, P. V. Mummaneni [et al.] // *Journal of Neurosurgery. Spine*. – 2014. – Vol. 21, № 1. – P. 62-66.

117. Harms, J. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion / J. Harms, H. Rolinger // *Zeitschrift Fur Orthopadie Und Ihre Grenzgebiete*. – 1982. – Vol. 120, № 3. – P. 343-347.

118. Hasegawa, T. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera / T. Hasegawa, H. S. An, V. M. Haughton, B. H. Nowicki // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1995. – Vol. 77, № 1. – P. 32-38.

119. Hasue, M. Classification by position of dorsal root ganglia in the

lumbosacral region / M. Hasue, J. Kunogi, S. Konno, S. Kikuchi // *Spine*. – 1989. – Vol. 14, № 11. – P. 1261-1264.

120. Herkowitz, H. N. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis / H. N. Herkowitz, L. T. Kurz // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1991. – Vol. 73, № 6. – P. 802-808.

121. Herkowitz, H. N. Spinal stenosis: radiologic and electrodiagnostic evaluation. / H. N. Herkowitz; R. H. Rothman, F. A. Simone eds. – Philadelphia : W.B. Saunders, 1992. – P. 830-57.

122. Hilibrand, A. S. Degenerative lumbar stenosis: diagnosis and management / A. S. Hilibrand, N. Rand // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. – 1999. – Vol. 7, № 4. – P. 239-249.

123. Hip spine relationships: application to total hip arthroplasty / J. Y. Lazennec, A. Riwan, F. Gravez [et al.] // *Hip International: The Journal of Clinical and Experimental Research on Hip Pathology and Therapy*. – 2007. – Vol. 17, Suppl 5. – P. 91-104.

124. Holly, L. T. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: indications, technique, and complications / L. T. Holly, J. D. Schwender, D. P. Rouben, K. T. Foley // *Neurosurgical Focus*. – 2006. – Vol. 20, № 3. – P. 6.

125. How does the supine MRI correlate with standing radiographs of different curve severity in adolescent idiopathic scoliosis? / B. Shi, S. Mao, Z. Wang [et al.] // *Spine*. – 2015. – Vol. 40, № 15. – P. 1206-1212.

126. Hybrid technique for posterior lumbar interbody fusion: a combination of open decompression and percutaneous pedicle screw fixation / R. J. Mobbs, P. Sivabalan, J. Li [et al.] // *Orthopaedic Surgery*. – 2013. – Vol. 5, № 2. – P. 135-141.

127. Hypertrophied ligamentum flavum in lumbar spinal canal stenosis. Pathogenesis and morphologic and immunohistochemical observation / M. Yoshida, K. Shima, Y. Taniguchi [et al.] // *Spine*. – 1992. – Vol. 17, № 11. – P. 1353-1360.

128. Indirect foraminal decompression after anterior lumbar interbody fusion: a prospective radiographic study using a new pedicle-to-pedicle technique / P. J. Rao, M.

M. Maharaj, K. Phan [et al.] // *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. – 2015. – Vol. 15, № 5. – P. 817-824.

129. Influence of spinopelvic parameters on non-operative treatment of lumbar spinal stenosis / F. Beyer, F. Geier, J. Bredow [et al.] // *Technology and Health Care*. – 2015. – Vol. 23, № 6. – P. 871-879.

130. Insufficient restoration of lumbar lordosis and FBI index following pedicle subtraction osteotomy is an indicator of likely mechanical complication / J. C. Le Huec, A. Cogniet, H. Demezou [et al.] // *European Spine Journal*. – 2015. – Vol. 24, Suppl 1. – P. 112-120.

131. Interspinous process device versus standard conventional surgical decompression for lumbar spinal stenosis: randomized controlled trial / W. A. Moojen, M. P. Arts, W. C. H. Jacobs [et al.] // *BMJ (Clinical research ed.)*. – 2013. – Vol. 347. – P. 6415.

132. Is There an Association Between Radiological Severity of Lumbar Spinal Stenosis and Disability, Pain, or Surgical Outcome?: A Multicenter Observational Study / C. Weber, C. Giannadakis, V. Rao [et al.] // *Spine*. – 2016. – Vol. 41, № 2. – P. 78-83.

133. Isaacs, R. E. Two-Year Comparative Outcomes of MIS Lateral and MIS Transforaminal Interbody Fusion in the Treatment of Degenerative Spondylolisthesis: Part II: Radiographic Findings / R. E. Isaacs, J. N. Sembrano, A. G. Tohmeh, SOLAS Degenerative Study Group // *Spine*. – 2016. – Vol. 41, Suppl 8. – P. 133-144.

134. ISSLS Prize Winner: Consensus on the Clinical Diagnosis of Lumbar Spinal Stenosis: Results of an International Delphi Study / C. Tomkins-Lane, M. Melloh, J. Lurie [et al.] // *Spine*. – 2016. – Vol. 41, № 15. – P. 1239-1246.

135. ISSLS Prize winner: Long-term follow-up suggests spinal fusion is associated with increased adjacent segment disc degeneration but without influence on clinical outcome: results of a combined follow-up from 4 randomized controlled trials / A. F. Mannion, G. Leivseth, J.-I. Brox [et al.] // *Spine*. – 2014. – Vol. 39, № 17. – P. 1373-1383.

136. Johnson, D. W. MR imaging of the pars interarticularis / D. W. Johnson, G. N. Farnum, R. E. Latchaw, S. M. Erba // *AJR. American journal of roentgenology*. –

1989. – Vol. 152, № 2. – P. 327-332.

137. Johnsson, K. E. The natural course of lumbar spinal stenosis / K. E. Johnsson, I. Rosén, A. Udén // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1992. – № 279. – P. 82-86.

138. Kashiwagi, K. Histological changes of the lumbar ligamentum flavum with age / K. Kashiwagi // *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi*. – 1993. – Vol. 67, № 4. – P. 221-229.

139. Katz, J. N. Clinical practice. Lumbar spinal stenosis / J. N. Katz, M. B. Harris // *The New England Journal of Medicine*. – 2008. – Vol. 358, № 8. – P. 818-825.

140. Kennedy, D. J. Paraplegia following image-guided transforaminal lumbar spine epidural steroid injection: two case reports / D. J. Kennedy, P. Dreyfuss, C. N. Aprill, N. Bogduk // *Pain Medicine (Malden, Mass.)*. – 2009. – Vol. 10, № 8. – P. 1389-1394.

141. Kim, J.-S. Which lumbar interbody fusion technique is better in terms of level for the treatment of unstable isthmic spondylolisthesis? / J.-S. Kim, K.-Y. Lee, S.-H. Lee, H.-Y. Lee // *Journal of Neurosurgery. Spine*. – 2010. – Vol. 12, № 2. – P. 171-177.

142. Kim, D. H. Dynamic reconstruction of the spine / D. H. Kim, F. P. Cammisa, R. G. Fessler. – New York: Thieme, 2006. – 402 p.

143. Kirkaldy-Willis, W. H. Lumbar spinal stenosis / W. H. Kirkaldy-Willis, K. W. Paine, J. Cauchoix, G. McIvor // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1974. – № 99. – P. 30-50.

144. Kirkaldy-Willis, W. H. Pathology and pathogenesis of lumbar spondylosis and stenosis / W. H. Kirkaldy-Willis, J. H. Wedge, K. Yong-Hing, J. Reilly // *Spine*. – 1978. – Vol. 3, № 4. – P. 319-328.

145. Korovessis, P. Effect of sagittal spinal balance, levels of posterior instrumentation, and length of follow-up on low back pain in patients undergoing posterior decompression and instrumented fusion for degenerative lumbar spine disease: a multifactorial analysis / P. Korovessis, T. Repantis, Z. Papazisis, P. Iliopoulos // *Spine*. – 2010. – Vol. 35, № 8. – P. 898-905.

146. Krishnan, A. Coexisting lumbar and cervical stenosis (tandem spinal stenosis): an infrequent presentation. Retrospective analysis of single-stage surgery (53 cases) / A. Krishnan, B. R. Dave, A. K. Kamar, H. Ram // *Eur Spine J.* – 2014. – Vol. 23, № 1. – P. 64-73.

147. Laminectomy plus Fusion versus Laminectomy Alone for Lumbar Spondylolisthesis / Z. Ghogawala, J. Dziura, W. E. Butler [et al.] // *The New England Journal of Medicine.* – 2016. – Vol. 374, № 15. – P. 1424-1434.

148. Lazennec, J.-Y. Hip-spine relations and sagittal balance clinical consequences / J.-Y. Lazennec, A. Brusson, M.-A. Rousseau // *European Spine Journal.* – 2011. – Vol. 20, Suppl 5. – P. 686-698.

149. Le Huec, J. C. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects / J. C. Le Huec, K. Hasegawa // *European Spine Journal.* – 2016. – Vol. 25, № 11. – P. 3630-3637.

150. Lee, C. K. Lateral lumbar spinal canal stenosis: classification, pathologic anatomy and surgical decompression / C. K. Lee, W. Rauschnig, W. Glenn // *Spine.* – 1988. – Vol. 13, № 3. – P. 313-320.

151. Legaye, J. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves / J. Legaye, G. Duval-Beaupère, J. Hecquet, C. Marty // *European Spine Journal.* – 1998. – Vol. 7, № 2. – P. 99-103.

152. Lestini, W. F. Lumbar spinal fusion: advantages of posterior lumbar interbody fusion / W. F. Lestini, J. S. Fulghum, L. A. Whitehurst // *Surgical Technology International.* – 1994. – Vol. 3. – P. 577-590.

153. Li, J. X. J. Oblique Lumbar Interbody Fusion: Technical Aspects, Operative Outcomes, and Complications / J. X. J. Li, K. Phan, R. Mobbs // *World Neurosurgery.* – 2017. – Vol. 98. – P. 113-123.

154. Ligamenta flava in lumbar disc herniation and spinal stenosis. Light and electron microscopic morphology / F. Postacchini, S. Gumina, G. Cinotti [et al.] // *Spine.* – 1994. – Vol. 19, № 8. – P. 917-922.

155. Lim, H. S. The Relationship between Pelvic Tilt Angle and Disability

Associated with Low Back Pain / H. S. Lim, S. Y. Roh, S. M. Lee // *Journal of Physical Therapy Science*. – 2013. – Vol. 25, № 1. – P. 65-68.

156. Lohman, C. M. Comparison of radiologic signs and clinical symptoms of spinal stenosis / C. M. Lohman, K. Tallroth, J. A. Kettunen, K.-A. Lindgren // *Spine*. – 2006. – Vol. 31, № 16. – P. 1834-1840.

157. Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: 8 to 10 year results from the maine lumbar spine study / S. J. Atlas, R. B. Keller, Y. A. Wu [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30, № 8. – P. 936-943.

158. Long-term results of surgery for lumbar spinal stenosis: a randomised controlled trial / P. Slätis, A. Malmivaara, M. Heliövaara [et al.] // *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. – 2011. – Vol. 20, № 7. – P. 1174-1181.

159. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF / R. J. Mobbs, K. Phan, G. Malham [et al.] // *Journal of Spine Surgery (Hong Kong)*. – 2015. – Vol. 1, № 1. – P. 2-18.

160. Lumbar sagittal balance influences the clinical outcome after decompression and posterolateral spinal fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis / M. Kawakami, T. Tamaki, M. Ando [et al.] // *Spine*. – 2002. – Vol. 27, № 1. – P. 59-64.

161. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification / C. C. Arnoldi, A. E. Brodsky, J. Cauchoix [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1976. – № 115. – P. 4-5.

162. Lumbar spinal stenosis is a highly genetic condition partly mediated by disc degeneration / M. C. Battié, A. Ortega-Alonso, R. Niemelainen [et al.] // *Arthritis & Rheumatology (Hoboken, N.J.)*. – 2014. – Vol. 66, № 12. – P. 3505-3510.

163. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features / T. Amundsen, H. Weber, F. Lilleås [et al.] // *Spine*. – 1995. – Vol. 20, № 10. – P. 1178-1186.

164. Lumbar spinal stenosis: comparison of surgical practice variation and

clinical outcome in three national spine registries / G. Lønne, P. Fritzell, O. Hägg [et al.] // *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 41-49.

165. Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management?: A prospective 10-year study / T. Amundsen, H. Weber, H. J. Nordal [et al.] // *Spine*. – 2000. – Vol. 25, № 11. – P. 1424-1435.

166. Lurie, J. Management of lumbar spinal stenosis / J. Lurie, C. Tomkins-Lane // *BMJ (Clinical research ed.)*. – 2016. – Vol. 352. – P. 6234.

167. Macnab, I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients / I. Macnab // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1971. – Vol. 53, № 5. – P. 891-903.

168. Mac-Thiong, J.-M. Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults / J.-M. Mac-Thiong, P. Roussouly, E. Berthonnaud, P. Guigui // *Spine*. – 2010. – Vol. 35, № 22. – P. 1193-1198.

169. Mangione, P. Sagittal balance of the spine / P. Mangione, J. Sénégas // *Revue De Chirurgie Orthopedique Et Reparatrice De L'appareil Moteur*. – 1997. – Vol. 83, № 1. – P. 22-32.

170. Mardjetko, S. M. Degenerative lumbar spondylolisthesis. A meta-analysis of literature 1970-1993 / S. M. Mardjetko, P. J. Connolly, S. Shott // *Spine*. – 1994. – Vol. 19, № 20, Suppl. – P. 2256-2265.

171. McAfee, P. C. Computed tomography in spondylolisthesis / P. C. McAfee, H. A. Yuan // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1982. – № 166. – P. 62-71.

172. Mid- and long-term clinical outcomes of corrective fusion surgery which did not achieve sufficient pelvic incidence minus lumbar lordosis value for adult spinal deformity / K. Yamada, Y. Abe, Y. Yanagibashi [et al.] // *Scoliosis*. – 2015. – Vol. 10, № Suppl 2. – P. S17.

173. Minimally invasive decompression versus open laminectomy for central stenosis of the lumbar spine: pragmatic comparative effectiveness study / U. S. Nerland, A. S. Jakola, O. Solheim [et al.] // *BMJ (Clinical research ed.)*. – 2015. – Vol. 350. –

P. 1603.

174. Minimally invasive percutaneous posterior lumbar interbody fusion / L. T. Khoo, S. Palmer, D. T. Laich, R. G. Fessler // *Neurosurgery*. – 2002. – Vol. 51, № 5 Suppl. – P. 166-181.

175. Mobbs, R. J. Minimally invasive surgery compared to open spinal fusion for the treatment of degenerative lumbar spine pathologies / R. J. Mobbs, P. Sivabalan, J. Li // *Journal of Clinical Neuroscience: Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. – 2012. – Vol. 19, № 6. – P. 829-835.

176. National trends in the use of fusion techniques to treat degenerative spondylolisthesis / C. K. Kepler, A. R. Vaccaro, A. S. Hilibrand [et al.] // *Spine*. – 2014. – Vol. 39, № 19. – P. 1584-1589.

177. Nerve root sedimentation sign for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: reliability, sensitivity, and specificity / C. C. Tomkins-Lane, D. J. Quint, S. Gabriel [et al.] // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, № 24. – P. 1554-1560.

178. Nerve root sedimentation sign: evaluation of a new radiological sign in lumbar spinal stenosis / T. Barz, M. Melloh, L. P. Staub [et al.] // *Spine*. – 2010. – Vol. 35, № 8. – P. 892-897.

179. Neuropathic pain: redefinition and a grading system for clinical and research purposes / R.-D. Treede, T. S. Jensen, J. N. Campbell [et al.] // *Neurology*. – 2008. – Vol. 70, № 18. – P. 1630-1635.

180. Neutral upright sagittal spinal alignment from the occiput to the pelvis in asymptomatic adults: a review and resynthesis of the literature / C. Kuntz, L. S. Levin, S. L. Ondra [et al.] // *Journal of Neurosurgery. Spine*. – 2007. – Vol. 6, № 2. – P. 104-112.

181. Onel, D. Lumbar spinal stenosis: clinical/radiologic therapeutic evaluation in 145 patients. Conservative treatment or surgical intervention? / D. Onel, H. Sari, C. Dönmez // *Spine*. – 1993. – Vol. 18, № 2. – P. 291-298.

182. One-Level Lumbar Degenerative Spondylolisthesis and Posterior Approach: Is Transforaminal Lateral Interbody Fusion Mandatory?: A Randomized Controlled Trial With 2-Year Follow-Up / V. Challier, L. Boissiere, I. Obeid [et al.] //

Spine. – 2017. – Vol. 42, № 8. – P. 531-539.

183. Ozgur, B. M. Minimally-invasive technique for transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) / B. M. Ozgur, K. Yoo, G. Rodriguez, W. R. Taylor // European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society. – 2005. – Vol. 14, № 9. – P. 887-894.

184. Paraplegia complicating selective steroid injections of the lumbar spine. Report of five cases and review of the literature / M. Wybier, S. Gaudart, D. Petrover [et al.] // European Radiology. – 2010. – Vol. 20, № 1. – P. 181-189.

185. Parizel, P. M. Pattern recognition of degenerative disorders in the lumbar spine. Guidelines to MR image interpretation / P. M. Parizel, J. W. Van Goethem, O. Ozsarlak, A. M. De Schepper // JBR-BTR. – 2003. – Vol. 86, № 4. – P. 222-226.

186. Park, J. B. Quantitative analysis of transforming growth factor-beta 1 in ligamentum flavum of lumbar spinal stenosis and disc herniation / J. B. Park, H. Chang, J. K. Lee // Spine. – 2001. – Vol. 26, № 21. – P. 492-495.

187. Patel, C. T. Symptomatic Spinal Stenosis Adjacent to a Previous Lumbar Fusion. / C. T. Patel, J. Gitlin, H. Herkowitz // NASS 17th Annual Meeting. – Montreal, Quebec, Canada, 2001.

188. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity / V. Lafage, F. Schwab, A. Patel [et al.] // Spine. – 2009. – Vol. 34, № 17. – P. 599-606.

189. Phan, K. Anterior lumbar interbody fusion versus transforaminal lumbar interbody fusion--systematic review and meta-analysis / K. Phan, G. K. Thayaparan, R. J. Mobbs // British Journal of Neurosurgery. – 2015. – Vol. 29, № 5. – P. 705-711.

190. Phan, K. Minimally Invasive Versus Open Laminectomy for Lumbar Stenosis: A Systematic Review and Meta-Analysis / K. Phan, R. J. Mobbs // Spine. – 2016. – Vol. 41, № 2. – P. 91-100.

191. Postacchini, F. Surgical management of lumbar spinal stenosis / F. Postacchini // Spine. – 1999. – Vol. 24, № 10. – P. 1043-1047.

192. Predictive Factors for Subjective Improvement in Lumbar Spinal Stenosis

Patients with Nonsurgical Treatment: A 3-Year Prospective Cohort Study / K. Matsudaira, N. Hara, H. Oka [et al.] // PloS One. – 2016. – Vol. 11, № 2. – P. e0148584.

193. Preoperative calculation of the necessary correction in sagittal imbalance surgery: validation of three predictive methods / P. Berjano, R. Cecchinato, M. Damilano [et al.] // European Spine Journal. – 2013. – Vol. 22, Suppl 6. – P. S847-852.

194. Prevalence of symptomatic lumbar spinal stenosis and its association with physical performance in a population-based cohort in Japan: the Wakayama Spine Study / Y. Ishimoto, N. Yoshimura, S. Muraki [et al.] // Osteoarthritis and Cartilage. – 2012. – Vol. 20, № 10. – P. 1103-1108.

195. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images / C. Schizas, N. Theumann, A. Burn [et al.] // Spine. – 2010. – Vol. 35, № 21. – P. 1919-1924.

196. Quantitative assessment of the lumbar spinal canal by computed tomography / C. G. Ullrich, E. F. Binet, M. G. Sanecki, S. A. Kieffer // Radiology. – 1980. – Vol. 134, № 1. – P. 137-143.

197. Quantitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: a systematic literature review / J. Steurer, S. Roner, R. Gnannt [et al.] // BMC musculoskeletal disorders. – 2011. – Vol. 12. – P. 175.

198. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects / R. Vialle, N. Levassor, L. Rillardon [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. – 2005. – Vol. 87, № 2. – P. 260-267.

199. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis / P. Stagnara, J. C. De Mauroy, G. Dran [et al.] // Spine. – 1982. – Vol. 7, № 4. – P. 335-342.

200. Risk factors for major peri-operative complications in adult spinal deformity surgery: a multi-center review of 953 consecutive patients / F. J. Schwab, N. Hawkinson, V. Lafage [et al.] // European Spine Journal. – 2012. – Vol. 21, № 12. – P. 2603-2610.

201. Risk for adjacent segment and same segment reoperation after surgery for

lumbar stenosis: a subgroup analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) / K. Radcliff, P. Curry, A. Hilibrand [et al.] // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, № 7. – P. 531-539.

202. Rohlmann, A. Comparison of the effects of bilateral posterior dynamic and rigid fixation devices on the loads in the lumbar spine: a finite element analysis / A. Rohlmann, N. K. Burra, T. Zander, G. Bergmann // *European Spine Journal*. – 2007. – Vol. 16, № 8. – P. 1223-1231.

203. Rosenberg, N. J. Degenerative spondylolisthesis. Predisposing factors / N. J. Rosenberg // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1975. – Vol. 57, № 4. – P. 467-474.

204. Roussouly, P. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position / P. Roussouly, S. Gollogly, E. Berthonnaud, J. Dimnet // *Spine*. – 2005. – Vol. 30, № 3. – P. 346-353.

205. Rubin, D. I. Epidemiology and risk factors for spine pain / D. I. Rubin // *Neurologic Clinics*. – 2007. – Vol. 25, № 2. – P. 353-371.

206. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases / C. Barrey, J. Jund, O. Nosedá, P. Roussouly // *European Spine Journal*. – 2007. – Vol. 16, № 9. – P. 1459-1467.

207. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment / J. C. Le Huec, S. Charosky, C. Barrey [et al.] // *European Spine Journal*. – 2011. – Vol. 20, Suppl 5. – P. 699-703.

208. Sagittal profile of the spine prominent part of the pelvis / G. Duval-Beaupere, C. Marty, F. Barthel [et al.] // *Studies in Health Technology and Informatics*. – 2002. – Vol. 88. – P. 47-64.

209. Sarpyener, M. A. Multiple ganglions of tendon sheaths. A case report / M. A. Sarpyener, O. Ozcurumez, F. Seyhan // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1968. – Vol. 50, № 5. – P. 985-990.

210. Schönström N. Imaging lumbar spinal stenosis / N. Schönström, J. Willén // *Radiologic Clinics of North America*. – 2001. – Vol. 39, № 1. – P. 31-53.

211. Schönström, N. Pressure changes following constriction of the cauda equina. An experimental study in situ / N. Schönström, T. Hansson // *Spine*. – 1988. – Vol. 13, № 4. – P. 385-388.

212. Schwab, F. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient / F. Schwab, V. Lafage, A. Patel, J.-P. Farcy // *Spine*. – 2009. – Vol. 34, № 17. – P. 1828-1833.

213. Sembrano, J. N. Two-year Comparative Outcomes of MIS Lateral and MIS Transforaminal Interbody Fusion in the Treatment of Degenerative Spondylolisthesis: Part I: Clinical Findings / J. N. Sembrano, A. Tohmeh, R. Isaacs, SOLAS Degenerative Study Group // *Spine*. – 2016. – Vol. 41, Suppl 8. – P. 123-132.

214. Siegel, R. E. Galen on the affected parts: translation from the Greek text with explanatory notes / R. E. Siegel. – Basel ; New York, 1976. – 233 p.

215. Simultaneous bilateral total hip arthroplasty: literature review and preliminary results / C. Trojani, V.-A. Chaumet-Lagrange, E. Hovorka [et al.] // *Revue De Chirurgie Orthopedique Et Reparatrice De L'appareil Moteur*. – 2006. – Vol. 92, № 8. – P. 760-767.

216. Single- versus multilevel fusion for single-level degenerative spondylolisthesis and multilevel lumbar stenosis: four-year results of the spine patient outcomes research trial / Y. Smorgick, D. K. Park, K. C. Baker [et al.] // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, № 10. – P. 797-805.

217. Southwick, W. O. Surgical approaches to the vertebral bodies in the cervical and lumbar regions / W. O. Southwick, R. A. Robinson // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1957. – Vols. 39-A, № 3. – P. 631-644.

218. Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: the Framingham Study / L. Kalichman, R. Cole, D. H. Kim [et al.] // *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*. – 2009. – Vol. 9, № 7. – P. 545-550.

219. Spinopelvic alignment in patients with osteoarthritis of the hip: a radiographic comparison to patients with low back pain / H. Yoshimoto, S. Sato, T. Masuda [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol. 30, № 14. – P. 1650-1657.

220. Stand-alone anterior lumbar interbody fusion for treatment of degenerative spondylolisthesis / P. J. Rao, F. Ghent, K. Phan [et al.] // *Journal of Clinical Neuroscience: Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. – 2015. – Vol. 22, № 10. – P. 1619-1624.

221. Stenosis of lumbar intervertebral foramen: anatomic study on predisposing factors / G. Cinotti, P. De Santis, I. Nofroni, F. Postacchini // *Spine*. – 2002. – Vol. 27, № 3. – P. 223-229.

222. Surgical compared with nonoperative treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. four-year results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) randomized and observational cohorts / J. N. Weinstein, J. D. Lurie, T. D. Tosteson [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2009. – Vol. 91, № 6. – P. 1295-1304.

223. Surgical or nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis? A randomized controlled trial / A. Malmivaara, P. Slätis, M. Heliövaara [et al.] // *Spine*. – 2007. – Vol. 32, № 1. – P. 1-8.

224. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis four-year results of the Spine Patient Outcomes Research Trial / J. N. Weinstein, T. D. Tosteson, J. D. Lurie [et al.] // *Spine*. – 2010. – Vol. 35, № 14. – P. 1329-1338.

225. Surgical versus nonsurgical therapy for lumbar spinal stenosis / J. N. Weinstein, T. D. Tosteson, J. D. Lurie [et al.] // *The New England Journal of Medicine*. – 2008. – Vol. 358, № 8. – P. 794-810.

226. Surgical versus nonsurgical treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis / J. N. Weinstein, J. D. Lurie, T. D. Tosteson [et al.] // *The New England Journal of Medicine*. – 2007. – Vol. 356, № 22. – P. 2257-2270.

227. The effect of body position and axial load on spinal canal morphology: an MRI study of central spinal stenosis / R. Madsen, T. S. Jensen, M. Pope [et al.] // *Spine*. – 2008. – Vol. 33, № 1. – P. 61-67.

228. The effect of mechanical stress on hypertrophy of the lumbar ligamentum flavum / S. Fukuyama, T. Nakamura, T. Ikeda, K. Takagi // *Journal of Spinal Disorders*. – 1995. – Vol. 8, № 2. – P. 126-130.

229. The Influence of Single-level Versus Multilevel Decompression on the Outcome in Multisegmental Lumbar Spinal Stenosis: Analysis of the Lumbar Spinal Outcome Study (LSOS) Data / N. H. Ulrich, J. M. Burgstaller, U. Held [et al.] // *Clinical Spine Surgery*. – 2017. – Vol. 30, № 10. – P. 1367-1375.

230. The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis with spinal stenosis / K. H. Bridwell, T. A. Sedgewick, M. F. O'Brien [et al.] // *Journal of Spinal Disorders*. – 1993. – Vol. 6, № 6. – P. 461-472.

231. The utility of lumbar paraspinal mapping in the diagnosis of lumbar spinal stenosis / I. Yagci, O. H. Gunduz, G. Ekinici [et al.] // *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. – 2009. – Vol. 88, № 10. – P. 843-851.

232. The vertical projection of the sum of the ground reactive forces of a standing patient is not the same as the C7 plumb line: a radiographic study of the sagittal alignment of 153 asymptomatic volunteers / P. Roussouly, S. Gollogly, O. Nosedá [et al.] // *Spine*. – 2006. – Vol. 31, № 11. – P. 320-325.

233. The T1 pelvic angle, a novel radiographic measure of global sagittal deformity, accounts for both spinal inclination and pelvic tilt and correlates with health-related quality of life / T. Protopsaltis, F. Schwab, N. Bronsard [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2014. – Vol. 96, № 19. – P. 1631-1640.

234. Thomson J. D. Analysis of lumbar lordosis in posterior spine fusions for idiopathic scoliosis / J. D. Thomson, T. S. Renshaw // *Journal of Spinal Disorders*. – 1989. – Vol. 2, № 2. – P. 93-98.

235. Thoracolumbar imbalance analysis for osteotomy planification using a new method: FBI technique / J. C. Le Huec, P. Leijssen, M. Duarte, S. Aunoble // *European Spine Journal*. – 2011. – Vol. 20, Suppl 5. – P. 669-680.

236. Tomkins-Lane, C. C. Pathoanatomical characteristics of clinical lumbar spinal stenosis / C. C. Tomkins-Lane, M. C. Battié, R. Hu, L. Macedo // *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. – 2014. – Vol. 27, № 2. – P. 223-229.

237. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions / J. Durning, H. Goudfrootij, W. Keessen [et al.] // *Spine*. – 1985. – Vol. 10, № 1. – P. 83-87.

238. Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults / R. A. Deyo, S. K. Mirza, B. I. Martin [et al.] // JAMA. – 2010. – Vol. 303, № 13. – P. 1259-1265.

239. Variations in Sagittal Alignment Parameters Based on Age: A Prospective Study of Asymptomatic Volunteers Using Full-Body Radiographs / S. Iyer, L. G. Lenke, V. M. Nemani [et al.] // Spine. – 2016. – Vol. 41, № 23. – P. 1826-1836.

240. Vaz, G. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine / G. Vaz, P. Roussouly, E. Berthonnaud, J. Dimnet // European Spine Journal. – 2002. – Vol. 11, № 1. – P. 80-87.

241. Verbiest H. Pathomorphologic aspects of developmental lumbar stenosis / H. Verbiest // The Orthopedic Clinics of North America. – 1975. – Vol. 6, № 1. – P. 177-196.

242. Verbiest, H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal / H. Verbiest // The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. – 1954. – Vols. 36-B, № 2. – P. 230-237.

243. Verbiest, H. Chapter 16. Neurogenic intermittent claudication in cases with absolute and relative stenosis of the lumbar vertebral canal (ASLC and RSLC), in cases with narrow lumbar intervertebral foramina, and in cases with both entities / H. Verbiest // Clinical Neurosurgery. – 1973. – Vol. 20. – P. 204-214.

244. Verbiest, H. Stenosis of the lumbar vertebral canal and sciatica / H. Verbiest // Neurosurgical Review. – 1980. – Vol. 3, № 1. – P. 75-89.

245. Verhoof, O. J. High failure rate of the interspinous distraction device (X-Stop) for the treatment of lumbar spinal stenosis caused by degenerative spondylolisthesis / O. J. Verhoof, J. L. Bron, F. H. Wapstra, B. J. van Royen // European Spine Journal. – 2008. – Vol. 17, № 2. – P. 188-192.

246. Vital, J. M. Anatomical bases of the study of the constraints to which the cervical spine is subject in the sagittal plane. A study of the center of gravity of the head / J. M. Vital, J. Senegas // Surgical and radiologic anatomy: SRA. – 1986. – Vol. 8, № 3. – P. 169-173.

247. What interventions improve walking ability in neurogenic claudication

with lumbar spinal stenosis? A systematic review / C. Ammendolia, K. Stuber, C. Tomkins-Lane [et al.] // *European Spine Journal*. – 2014. – Vol. 23, № 6. – P. 1282-1301.

248. Whitecloud, T. S. Operative treatment of the degenerated segment adjacent to a lumbar fusion / T. S. Whitecloud, J. M. Davis, P. M. Olive // *Spine*. – 1994. – Vol. 19, № 5. – P. 531-536.

249. Yamada, H. Intermittent cauda equina compression due to narrow spinal canal / H. Yamada, M. Oya, T. Okada, Z. Shiozawa // *Journal of Neurosurgery*. – 1972. – Vol. 37. – № 1. – P. 83-88.

250. Yong-Hing, K. The pathophysiology of degenerative disease of the lumbar spine / K. Yong-Hing, W. H. Kirkaldy-Willis // *The Orthopedic Clinics of North America*. – 1983. – Vol. 14, № 3. – P. 491-504.

251. Zaina, F. Surgical versus non-surgical treatment for lumbar spinal stenosis / F. Zaina, C. Tomkins-Lane, E. Carragee, S. Negrini // *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2016. – № 1. – P. CD010264.

252. Zdeblick, T. A. A prospective, randomized study of lumbar fusion. Preliminary results / T. A. Zdeblick // *Spine*. – 1993. – Vol. 18, № 8. – P. 983-991.

Список пациентов

№ п/п	ФИО	№ и/б	№ п/п	ФИО	№ и/б
1	Д-ов Н.П.	408240-2017	39	Г-ин А.В.	829816-2018
2	Б-ов Б.Б.	821519-2017	40	С-ва Л.В.	845728-2018
3	П-ов А.В.	792028-2015	41	А-ов Э.М.	844349-2018
4	К-ев А.А.	343694-2015	42	З-ий Н.А.	853034-2018
5	П-ко Т.М.	774959-2016	43	Г-ва И.Н.	858226-2018
6	А-ко А.А.	216187-2015	44	М-на Е.К.	866037-2018
7	Е-ва С.А.	860121-2016	45	В-ая О.А.	864833-2018
8	Г-ов С.А.	415480-2015	46	С-ын Н.А.	868060-2018
9	К-ых Т.С.	714100-2015	47	Б-ов А.Ю.	451251-2018
10	А-ва Т.Е.	653061-2016	48	С-на Т.Г.	869431-2018
11	Б-ев Н.Р.	639690-2016	49	Б-ов Н.Н.	870637-2018
12	Д-на О.А.	712554-2015	50	М-ин Р.И.	871536-2018
13	К-ва М.Р.	763426-2015	51	Т-ов А.Е.	879896-2019
14	К-ев М.М.	745549-2015	52	Т-ов Г.И.	808451-2018
15	К-ин Е.В.	284323-2015	53	М-ев Р.А.	809259-2017
16	М-ш Н.Д.	713401-2016	54	Б-ов А.В.	809895-2017
17	П-ва М.В.	718489-2016	55	С-ва Т.И.	618795-2017
18	С-ая А.И.	723390-2016	56	Л-ев Л.А.	810379-2017
19	С-ва М.Е.	712540-2016	57	С-ая Н.В.	810666-2017
20	Ч-ва М.В.	99087-2015	58	К-ва Л.В.	815790-2017
21	Ф-ов В.М.	776130-2016	59	К-ев С.А.	809926-2017
22	П-ва О.Л.	775962-2015	60	А-ва С.С.	813682-2017
23	Л-ов А.В.	580477-2017	61	М-ва Т.Б.	240911-2017
24	П-ая М.Л.	790709-2016	62	Ю-на Н.В.	815880-2018
25	Б-ов О.Е.	800745-2016	63	К-ов В.П.	815881-2017
26	Э-ев М.И.	800738-2016	64	Ч-га В.И.	813662-2017
27	Т-ев Б.А.	762428-2017	65	Р-ва М.В.	818000-2018
28	И-ва С.М.	784336-2017	66	Б-ов О.А.	774771-2018
29	Ч-ов А.К.	757245-2016	67	К-ин В.С.	825175-2018
30	С-ин С.И.	786993-2016	68	К-на Е.Д.	826193-2018
31	В-ва О.И.	806932-2017	69	Т-ва Г.М.	832537-2018
32	Зе-в Н.А.	808800-2017	70	Н-ва Л.Б.	831312-2018
33	Л-ая Е.Е.	805350-2017	71	Н-ий С.Д.	130298-2018
34	П-ин В.С.	809753-2017	72	К-ов С.Б.	818452-2018
35	С-на Т.А.	587700-2017	73	Д-ин Е.Н.	848145-2018
36	С-ин М.Г.	803146-2017	74	Б-не Н.А.	852212-2018
37	Х-ов П.С.	817688-2017	75	К-ин В.И.	851664-2018
38	С-ва Л.Н.	823951-2018	76	И-ко О.Н.	859692-2018

77	Т-ов И.Н.	824853-2018	84	Л-ов А.Н.	863436-2018
78	П-ко М.В.	824234-2018	85	Т-ва К.В.	770040-2018
79	С-ва Н.А.	819829-2017	86	Х-на А.А.	863880-2018
80	Л-на А.Ю.	673786-2018	87	С-ов А.А.	868213-2018
81	Т-ев М.Е.	835677-2018	88	Ц-ва Л.Н.	870643-2018
82	Г-ва М.М.	836146-2018	89	Г-ва О.В.	705016-2018
83	К-ин И.Ю.	82540-2018	90	Ф-ев В.С.	228377-2018



Государственное бюджетное учреждение
«Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
скорой помощи им. И. И. Джанелидзе»
(ГБУ СПб НИИ СП им. И.И.Джанелидзе)

192242, Санкт-Петербург, Будапештская ул., дом 3 литер А
Телефон/Факс: (812) 709-61-00, 384-46-46
e-mail: info@emergency.spb.ru, http://www.emergency.spb.ru
ИНН 7816058093 КПП 781601001
ОКПО 01967075 ОГРН 1037835021135

04.09.2023 № 1402-р

На № _____

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач

ГБУ СПб НИИ скорой помощи им. И.И.Джанелидзе

Д.В. Кандыба

« 04 » _____ 2023 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в практику лечебной работы

ГБУ «СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе»

результатов диссертационной работы младшего научного сотрудника отдела
нейрохирургии

ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе

Серикова Валерия Владимировича

на тему «Нейроортопедический подход в лечении дегенеративных стенозов
поясничного отдела позвоночника», представленной на соискание ученой
степени кандидата медицинских наук по специальностям: 3.1.10.

Нейрохирургия, 3.1.8. Травматология и ортопедия.

Наименование предложения: Алгоритм обследования и расчёта
коррекции поясничного лордоза при короткосегментных декомпрессивно-
стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника.

Краткая аннотация: Исследована медицинская помощь, оказываемая
пациентам с острым болевым синдромом и нарушениями функций нижних
конечностей обусловленных дегенеративными стенозами поясничного и
крестцового отделов позвоночника и нарушениями позвоночно-тазовых
соотношений.

Эффект от внедрения: Повышение доступности и качества специализированной нейрохирургической помощи в многопрофильном стационаре.

Место внедрения: Отделение нейрохирургии №1, отделение нейрохирургии №2 ГБУ «СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе».

Форма внедрения: внедрен в практику лечебной работы.

Руководитель подразделения – базы исследования:

Руководитель
Отдела нейрохирургии,
д.м.н.

М.Н. Кравцов

Заведующий отделения нейрохирургии №1,
к.м.н.

К.В. Тюликов

Заведующий отделения нейрохирургии №2,
к.б.н.

Т.И. Тамаев



Государственное бюджетное учреждение
«Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт
скорой помощи им. И. И. Джанелидзе»
(ГБУ СПб НИИ СП им. И.И.Джанелидзе)

192242, Санкт-Петербург, Будапештская ул., дом 3 литер А
Телефон/Факс: (812) 709-61-00, 384-46-46
e-mail: info@emergency.spb.ru, http://www.emergency.spb.ru
ИНН 7816058093 КПП 781601001
ОКПО 01967075 ОГРН 1037835021135

04.09.2023 № 1401-р

На № _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе
ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе
профессор А.Б. Демко

« 04 » _____ 2023 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в научно-исследовательскую деятельность ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе

результатов диссертационной работы младшего научного сотрудника отдела
нейрохирургии

ГБУ СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»

Серикова Валерия Владимировича

на тему «Нейроортопедический подход в лечении дегенеративных стенозов
поясничного отдела позвоночника»,
представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по
специальностям: 3.1.10. Нейрохирургия, 3.1.8. Травматология и ортопедия.

Наименование предложения: Алгоритм обследования и расчёта
коррекции поясничного лордоза при короткосегментных декомпрессивно-
стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника.

Краткая аннотация: Исследована медицинская помощь, оказываемая
пациентам с острым болевым синдромом и нарушениями функций нижних
конечностей, обусловленных дегенеративными стенозами поясничного и
крестцового отделов позвоночника и нарушениями позвоночно-тазовых
соотношений.

Эффект от внедрения: Повышение доступности и качества
специализированной нейрохирургической помощи в многопрофильном

стационаре.

Место внедрения: Отдел нейрохирургии ГБУ «СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе».

Форма внедрения:

Результаты исследования использованы при выполнении НИР Института на тему: «Разработка и внедрение алгоритмов диагностики и хирургического лечения неотложной патологии конечностей, таза и позвоночника на основе использования современных инновационных технологий» (в соответствии с планом НИР ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе, Решениями Медицинского совета Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга).

Руководитель подразделения – базы исследования:

Руководитель
Отдела нейрохирургии,
д.м.н.



М.Н. Кравцов

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе
ФГБОУ ВПО СЗГМУ
им. И.И. Мечникова МЗ РФ

д.м.н. проф. _____

С.А. Артюшкин

« 16 »

05 2023 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в учебный процесс кафедры нейрохирургии имени профессора А.Л. Поленова СЗГМУ им. И.И. Мечникова результатов научной работы по теме кандидатской диссертации: «Нейроортопедический подход в лечении дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника» младшего научного сотрудника отдела нейрохирургии ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе Серикова Валерия Владимировича.

Результаты работы: улучшение клинических результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративными стенозами поясничного отдела позвоночника путем комплексного предоперационного планирования и интраоперационной коррекции поясничного лордоза на основании клинико-инструментальных данных с применением систем транспедикулярной фиксации позвоночника.

Мы нижеподписавшиеся члены комиссии в составе:

Председателя — декана хирургического лечения факультета СЗГМУ им. И.И. Мечникова д.м.н. проф. Земляного В.П.,

заведующего кафедрой нейрохирургии имени профессора А.Л. Поленова д.м.н. проф. Мануковского В.А.

Заведующего учебной частью кафедры имени профессора А.Л. Поленова к.м.н. Валерко В.Г.,

удостоверяем, что результаты диссертационного исследования на тему: «Нейроортопедический подход в лечении дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника» младшего научного сотрудника отдела нейрохирургии ГБУ СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе Серикова Валерия Владимировича в 2023 году представлены в качестве лекции «Актуальные методы лечения дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника» на цикле №64 от 09.02.2023 «Нейрохирургия».

Акт внедрения обсужден и утвержден на заседании кафедры нейрохирургии имени профессора А.Л. Поленова ФГБОУ ВПО СЗГМУ им. И.И. Мечникова №4 от 25.03.2023г.

Председатель комиссии:

Декан хирургического факультета
СЗГМУ им. И.И. Мечникова д.м.н. проф.



Земляной В.П.

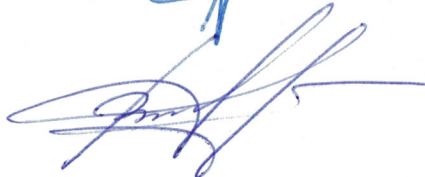
Члены комиссии:

Заведующий кафедрой нейрохирургии
имени профессора А.Л. Поленова д.м.н. проф.



Мануковский В.А.

Заведующий учебной частью кафедры
нейрохирургии имени
профессора А.Л. Поленова к.м.н.



Валерко В.Г.