ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Кузюбердин Алексей Витальевич

ДИСКОГЕННАЯ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВАЯ РАДИКУЛОПАТИЯ: РАННЯЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ И ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТИ

3.1.33 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация

диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Вышлова Ирина Андреевна

Ставрополь – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……..4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……..……16
1.1. Эпидемиология дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии……..……16
1.2. Факторы риска развития, патогенез и классификация дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии ……..17
1.3. Клинические проявления дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии……...20
1.4. Особенности диагностики дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии……...22
1.5. Аппаратная динамометрия в диагностике двигательных нарушений……...31
1.6. Тактика ведения пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией……38
1.7. Послеоперационная реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией…….44
1.8. Возможности применения методов периферической магнитной стимуляции…….50
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……...…….56
2.1. Дизайн исследования …….56
2.2. Общая характеристика участников исследования……...58
2.3. Характеристика методов исследования……62
2.3.1. Общеклиническое обследование……..……62
2.3.2. Инструментальные методы обследования……..……68
2.3.3. Аппаратная динамометрия……..……..……71
2.4. Методы лечения и реабилитации……...……74
2.5. Осмотр пациентов в динамике ……..79
2.6. Методы статистической обработки……...80
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ. КЛИНИКО-НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

ПАЦИЕНТОВ С ДИСКОГЕННОЙ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОЙ РАДИКУЛОПАТИЕЙ L5 / S1...……...…….....82
3.1. Исходные клинические и неврологические особенности пациентов……..…82
3.2. Динамика клинико-неврологических характеристик пациентов основной и контрольной групп……..…….……..85
3.3. Нейрофизиологические параметры пациентов обследуемых групп в динамике…….....92
3.4. Динамические показатели аппаратной динамометрии…….……....100
3.5. Качество жизни пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией в зависимости от способа реабилитации……...109
3.6. Клинические наблюдения……116
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ……134
ВЫВОДЫ……149
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ……..…151
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ……...…...152
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ……...153
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 155
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Диагностический опросник невропатической боли DN4..…179
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Опросник Освестри……180

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Дискогенная пояснично-крестцовая радикулопатия (ДПКР) вследствие грыжи межпозвонкового диска представляет собой достаточно распространенную проблему, составляющую, по данным ряда авторов, от 3 до 13%, с наиболее частой встречаемостью в молодом трудоспособном возрасте [9, 60, 68]. Факторы риска включают индивидуальные, поведенческие и профессиональные [122].

Протрузия или экструзия (грыжа) межпозвонкового диска, в формирование которой вносит вклад сочетание нарастающих с возрастом дегенеративных изменений структур позвоночника и особенностей строения соединительной ткани с физическими нагрузками, является причиной ДПКР [9, 53, 64, 176, 181]. Наиболее часто поражаются пятый поясничный и первый крестцовый корешки (до 90% случаев) [9].

Частота возникновения поясничных межпозвонковых грыж диска варьирует в разных популяциях, чаще встречается у мужчин и у лиц 30–50 лет, к факторам риска развития относятся генетические и средовые факторы, физическая активность, курение, более высокий индекс массы тела [122].

Для диагностики рекомендуется комплекс клинических исследований, включая мануальное мышечное тестирование, оценку чувствительных нарушений, симптом Ласега и перекрёстный симптом Ласега. «Золотым стандартом» является магнитно-резонансная томография [134].

Основными клиническими проявлениями ДПКР являются острая простреливающая боль в нижнепоясничном отделе позвоночника и нижней конечности невропатического характера с чувствительными расстройствами в соответствующих дерматомах, слабость в индикаторных мышцах, снижение или отсутствие соответствующего сухожильного рефлекса (ахиллова либо коленного), положительные симптомы натяжения нервных корешков [9, 18, 28, 29, 78].

Важно правильно дифференцировать проявления радикулопатии от мышечно-скелетной патологии [69]. По данным зарубежных исследований, показано также, что у пациентов с поясничной радикулопатией риск переломов выше на 27%, чем у лиц без нее [136]. В механизмах поддержания болевого синдрома при ДПКР важная роль отводится катастрофизации боли [140].

Терапия данной патологии включает консервативное лечение с применением нелекарственных методов, медикаментозное и хирургическое лечение по показаниям [9]. В настоящее время в качестве хирургического лечения применяется микродискэктомия как более эффективный метод облегчения симптомов, чем консервативные или малоинвазивные методы лечения [193].

У ряда пациентов после операции сохраняются нарушения качества жизни, связанные как с болевым синдром, так и с функциональными ограничениями, главным образом, ввиду слабости мышц стопы, что влияет на привычные поведенческие паттерны, такие как ходьба, подъем по ступенькам, езда на автомобиле.

Вопросы этиологии, патогенеза, диагностики, лечения и реабилитации пациентов с ДПКР детально освещены в доступной научной литературе. Тем не менее, отмечается дефицит исследований, посвященных оптимизации ранней послеоперационной реабилитации данной когорты пациентов после микродискэктомии, особенно при применении мультимодального комплекса методик, направленных на коррекцию различных звеньев патологического процесса, а также объективной верификации эффективности проводимых реабилитационных мероприятий.

Целью настоящего исследования явились разработка и научное обоснование программы реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии, основанной на мультимодальном подходе, включающем аппаратную изокинетическую тренировку в сочетании с синхронной электростимуляцией паретичной мышечной группы и периферическую ритмическую магнитную стимуляцию пораженного корешка, а также объективную верификацию ее

эффективности посредством динамического мониторинга нервно-мышечных параметров.

Таким образом, ДПКР вследствие грыжи межпозвонкового диска является актуальной проблемой, учитывая ее высокую распространенность, наибольшую встречаемость у лиц молодого трудоспособного возраста, наличие значительных функциональных нарушений, обусловленных выраженным болевым синдромом, а также неврологическим дефицитом, главным образом, слабостью индикаторных мышц, имеющимися сложностями в лечении и реабилитации данных пациентов, в том числе после операции микродискэктомии, что определяет не только медицинскую, но и социально-экономическую значимость изучаемой проблемы.

Степень разработанности темы

Согласно действующим отечественным клиническим рекомендациям, пациентам с ДПКР рекомендовано проведение комплексных реабилитационных мероприятий, охватывающих мануальную терапию, низкочастотную импульсную магнитотерапию и лечебную физическую культуру. При хроническом течении ДПКР и при отсутствии противопоказаний целесообразно назначение санаторно-курортного лечения с применением методов бальнео- и пелоидотерапии [9, 130].

Наиболее высоким уровнем доказательной значимости в терапии и реабилитации пациентов с ДПКР обладают программы лечебной физкультуры, которые предполагают использование комплексов динамических и статических упражнений, включающих аэробные нагрузки, методики силовой стабилизации мышечного корсета, а также мобилизационные и общеукрепляющие техники. Согласно данным систематических обзоров, убедительных доказательств превосходства какого-либо конкретного вида лечебной физкультуры не получено. Ключевыми принципами её проведения являются обязательный контроль со стороны врача-реабилитолога (инструктора ЛФК) с применением адекватных нагрузок состоянию больного [9,151,192]. Характер упражнений и дозирование

нагрузки зависит от индивидуальных функциональных возможностей, клинического статуса пациента и сроков после операции [34, 99].

В комплексной реабилитации пациентов с хронической ДПКР целесообразно применение психотерапевтических методик, таких как когнитивно-поведенческая терапия (КПТ) и mindfulness-терапия (терапия осознанности). Их включение в программу лечения обосновано доказанной способностью снижать интенсивность хронического болевого синдрома и повышать уровень функциональной адаптации. Наибольший клинический эффект достигается при сочетанном использовании данных методик с курсом лечебной физкультуры [9].

Уменьшение патологической неврологической симптоматики объясняет включение ритмической периферической магнитной стимуляции (рПМС) в протоколы ранней послеоперационной реабилитации пациентов с ДПКР. В исследовании В. Н. Блохиной (2020) [4] была установлена эффективность данной методики.

Однако остается не полностью решенным вопрос о восстановлении нарушенной двигательной функции индикаторных мышц, так как наличие парезов мышц стопы, наряду с болевым синдромом, оказывает существенное негативное влияние на качество жизни пациентов, значительно ограничивая как повседневную активность, так и социально-трудовые аспекты. Кроме того, имеется недостаточность объективной оценки динамики изменений силовых характеристик паретичных мышц в ходе реабилитации, а также параметров качества проведения нервного импульса по корешковой системе.

Следовательно, разработка и научное обоснование комплексного подхода к ранней послеоперационной реабилитации пациентов с ДПКР, перенесших микродискэктомию, с применением комбинированной методики, включающей изокинетическую тренировку, электростимуляцию паретичных мышц и рПМС для дифференцированного воздействия на ключевые звенья патогенеза, наряду с внедрением объективных методов оценки её эффективности, представляет собой актуальную научно-практическую задачу.

Цель исследования

Разработка эффективного способа реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии в раннем послеоперационном периоде при помощи комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляцией пораженного нервного корешка с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров.

Задачи исследования:

1. Разработать метод ранней послеоперационной реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии и объективно оценить его клиническую эффективность.
2. Оценить и проанализировать динамику неврологических и клинических показателей у пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии в зависимости от реабилитационных подходов.
3. Оценить нейрофизиологические параметры корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа корешков L5, S1 у пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии в зависимости от способа реабилитации.
4. Провести объективную оценку мышечной силы индикаторных мышц у пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии на основании показателей аппаратной динамометрии в зависимости от способа реабилитации.
5. Оценить отдаленные результаты применения разработанного способа реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии в аспекте влияния на качество жизни.

Научная новизна

Впервые разработан эффективный способ реабилитации пациентов с ДПКР в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии при помощи комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляцией пораженного нервного корешка (патент RU2854965C1).

Впервые у пациентов с ДПКР после микродискэктомии в динамике оценены нейрофизиологические параметры корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа корешков L5, S1, которые продемонстрировали их статистически значимые изменения при применении разработанного способа реабилитации.

Впервые у пациентов с ДПКР после микродискэктомии выполнена этапная объектививная оценка выраженности моторного дефицита тыльных и подошвенных флексоров стопы с помощью аппаратной динамометрии на аппарате HUMAC NORM с оценкой максимального пикового крутящего момента в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях, на основании чего произведена оценка эффективности разработанного способа реабилитации.

Теоретическая и практическая значимость

Полученные результаты позволили расширить и систематизировать представления о клинико-нейрофизиологическом статусе пациентов с ДПКР в первые недели после оперативной декомпрессии нижнепоясничных корешков.

На основании данных исследования разработан и апробирован в клинической практике комплексный метод реабилитации для данной когорты пациентов. Применение предложенного алгоритма реабилитации способствовало

статистически значимому улучшению параметров, отражающих качество жизни и функционального статуса пациентов в постдискэктомическом периоде.

Разработаны и внедрены методы объективной оценки выраженности моторного дефицита с помощью аппаратной динамометрии на аппарате HUMAC NORM, а также оценки нейрофизиологических параметров (корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа корешков L5, S1) для определения эффективности разработанного способа реабилитации.

Методология и методы исследования

Было проведено проспективное, когортное, продольное, сравнительное исследование на базе кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России) и реабилитационного центра ООО «Эскулап» г. Ставрополя. Получено одобрение этического комитета ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России от 15.04.2021г., протокол №97. Наблюдались 70 пациентов в возрасте 20-60 лет после микродискэктомии по поводу грыжи межпозвонкового диска LIV-LV или LV-S1, осложненной компрессионной радикулопатией L5 или S1 корешков соответственно со слабостью индикаторных мышц. В соответствии с поставленными задачами пациентам проводилось комплексное клинико-инструментальное обследование, которое включало анализ жалоб, сбор анамнеза, оценку неврологического дефицита, проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ), стимуляционной электронейромиографии (ЭНМГ), аппаратной изокинетической динамометрии (ИзКнДм). Для объективизации клинических данных был использован комплекс стандартизированных шкал и опросников. Интенсивность болевого синдрома оценивалась по числовой рейтинговой шкале (ЧРШ); верификация невропатического компонента боли осуществлялась с помощью опросника DN-4.

Степень функциональных нарушений, обусловленных вертеброгенной патологией, определялась по индексу Освестри (Oswestry Disability Index), а параметры качества жизни — с помощью опросника SF-36. Статистическая обработка полученных данных проводилась в программной среде StatTech (версия 3.1.7, ООО «Статтех», Россия).

Личный вклад автора

Автор самостоятельно проводил систематический поиск и критический анализ релевантных зарубежных и отечественных публикаций по теме исследования, определил цель и задачи исследования. Им выполнены комплексное клинико-функциональное обследование и курация 70 пациентов, вошедших в исследовательскую выборку с ДПКР L5 или S1 в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии.

Освоены методики объективной оценки нервно-мышечных параметров (корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа корешков L5, S1) с использованием нейромиографа НВП-4, синхронизированного с магнитным стимулятором, а также метод аппаратной динамометрии тыльных и подошвенных флексоров пораженной и здоровой стоп с оценкой максимального пикового крутящего момента в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях на аппарате HUMAC NORM, что позволило самостоятельно провести обследование всех пациентов в динамике. Автором проведены интерпретация результатов нейровизуализации (МРТ) и нейрофизиологического тестирования (стимуляционная ЭНМГ), а также сравнительный анализ параметров качества жизни с последующей статистической обработкой полученных данных. Личный вклад соискателя заключается в проведении комплексного клинического обследования и реализации разработанного протокола реабилитации у 70 пациентов с последующим проспективным динамическим наблюдением. Разработан и применен эффективный способ реабилитации пациентов с ДПКР в раннем

послеоперационном периоде после микродискэктомии при помощи комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляцией пораженного нервного корешка с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров. Сделаны достоверные, обоснованные выводы.

Внедрение результатов исследования

Основные результаты и теоретические положения диссертационного исследования внедрены в учебно-методическую работу кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России. Опыт данного исследования применяется при подготовке специалистов по программам повышения квалификации на кафедре неврологии и нейрореабилитации ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Внедрение также проведено в клиническую практику нейрохирургического отделения ГБУЗ СК «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Ставрополя; неврологического отделения ГБУЗ СК «Ставропольская краевая клиническая больница». Разработанные алгоритмы и методики используются в лечебно-диагностическом процессе указанных медицинских учреждений при оказании помощи пациентам в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии.

Положения, выносимые на защиту

1. Для проведения реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии в раннем послеоперационном периоде разработан способ с комбинированным

использованием аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляцией пораженного нервного корешка, позволяющий улучшать как клинические, так и нервно-мышечные параметры.

2. Эффективность разработанного способа реабилитации проявляется улучшением нейрофизиологических параметров, а также показателей аппаратной динамометрии, объективно характеризующих восстановление мышечной силы индикаторных мышц, иннервируемых пораженным нервным корешком, что свидетельствует об активации восстановительных репаративных процессов в указанных структурах.

3. Применение разработанного способа реабилитации способствует статистически значимому улучшению ключевых показателей качества жизни пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии, демонстрируя устойчивый терапевтический эффект как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периодах.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Область настоящего диссертационного исследования охватывает реализацию комплекса реабилитационных вмешательств, сопровождаемую объективной диагностической верификацией их эффективности, что коррелирует с положениями п. 1 «Разработка теории и методологии восстановительной медицины, спортивной медицины и лечебной физкультуры, курортологии и физиотерапии как раздела клинической медицины, ориентированного на создание системы преимущественно немедикаментозных технологий здоровьесбережения, профилактики неинфекционных заболеваний, медицинской и психологической реабилитации пациентов после тяжёлых заболеваний, реабилитации и абилитации инвалидов» и п. 2 «Изучение механизмов действия, предикторов и критериев эффективности и безопасности немедикаментозных лечебных факторов и медико-социальных технологий в контексте персонализированного подхода к повышению

функциональных и адаптивных резервов организма, профилактике заболеваний, медицинской реабилитации и индивидуальных программ абилитации инвалидов» паспорта научной специальности 3.1.33 Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия.

Степень достоверности и апробация результатов

Четко сформулированные целевые показатели, репрезентативность исследуемой выборки и исследовательских задач, а также применение валидизированных методик, методологически соответствующих поставленным задачам, говорит о достоверности полученных результатов. Научные выводы основаны на комплексном анализе клинико-неврологических параметров, данных магнитно-резонансной томографии (МРТ), результатов электронейромиографии (ЭНМГ) и показателей аппаратной динамометрии. Статистическая значимость полученных результатов верифицирована посредством применения современных методов математико-статистической обработки данных с использованием специализированного программного обеспечения.

Клинический раздел исследования базируется на результатах комплексного клинико-инструментального обследования 70 пациентов, включенных в исследование. Высокотехнологичные инструментальные методы диагностики позволили объективизировать клинические параметры. Выводы и практические рекомендации вытекают из полученных данных и соответствуют поставленным задачам. Научная обоснованность и валидность результатов проведенного исследования способствуют решению актуальных клинических проблем в области изучаемой патологии.

Протокол проведения научного исследования одобрен локальным этическим комитетом ФБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава РФ (протокол № 97 от 15.04.2021).

Результаты исследования представлены в рецензируемых научных изданиях, а также апробированы на ведущих международных и всероссийских научно-

практических площадках, включая: XXIII и XXIV Всемирные конгрессы неврологов (Киото, 2017; Дубай, 2019), в Париже на VI конгрессе Европейской академии неврологии (2020), в Москве на IX Всероссийским съезде нейрохирургов (2021), Всероссийском открытом совещании с международным участием «Развитие реабилитационной медицины и курортологии в Калининградкой области: перспективы и приоритеты» (Калининград, 2020), в Санкт-Петербурге на XIX-XX Всероссийских ежегодных научно-практических конференциях с международным участием «Поленовские чтения» (2020, 2021).

Апробация данной диссертационной работы проведена на заседании кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, протокол №8 от 24 ноября 2025 г.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликованы 14 работ, в том числе в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов диссертационных исследований на соискание ученой степени кандидата наук: по категориям К1 – 6 статей, К2 – 2 статьи, К3 – 1 статья. Получен 1 патент на изобретение, подтверждающий интеллектуальную собственность.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 182 страницах машинописного текста и состоит из: введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов исследования, результатов собственных наблюдений, обсуждения полученных результатов, выводов, практических рекомендации и приложений. Текст иллюстрирован 19 рисунками и содержит 53 таблицы. Библиографический перечень включает 222 источника (57 – в отечественных, 165 – в зарубежных изданиях).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Эпидемиология дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии

Высокая распространённость грыж межпозвонковых дисков в популяции обусловливает необходимость проведения комплексного клинического обследования, а при наличии соответствующих показаний — верификации диагноза с помощью методов нейровизуализации. [85, 134].

Наибольшая частота встречаемости межпозвонковых грыж дисков приходится на уровни LIV-LV и LV-SI нижнепоясничного отдела позвоночника. Кроме того, данная локализация грыж является наиболее характерной для пациентов молодого возраста [63, 198]. Именно грыжи межпозвонкового диска как причина дискорадикулярного конфликта являются основным этиологическим фактором радикулопатии. По данным ряда авторов, в 90% случаев радикулопатии обусловлены грыжами межпозвонкового диска, и в 80% эта патология встречается на поясничном уровне [8, 64].

Распространенность ДПКР составляет от 2 до 13% с наиболее частой встречаемостью в возрасте 45-65 лет, чаще у мужчин, чем у женщин. Среди пациентов с болью в спине, обратившихся к врачу общей практики, данный диагноз устанавливается до 11% случаев [9, 68].

По данным систематического обзора, посвященного оценке частоты и факторов риска возникновения грыж межпозвонкового диска поясничного отдела с радикулопатией у взрослых, авторами были рассмотрены данные 87 исследований, согласно которым нижние и верхние пределы оценок ежегодной заболеваемости варьировали от 0,3 до 2,7 на 1000 человек для хирургических случаев, от 0,04 до 1,5 на 1000 человек для стационарных случаев и от 0,1 до 298,3 на 1000 человек для случаев общей клинической практики [122].

1.2. Факторы риска развития, патогенез и классификация дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии

По данным систематического обзора C. A. Hincapié et al. (2025), факторы, связанные с развитием межпозвонковой грыжи диска поясничного отдела с радикулопатией включают средний возраст (30-50 лет), курение, более высокий индекс массы тела (ИМТ), наличие сердечно-сосудистых факторов риска (у женщин) и большую кумулятивную профессиональную нагрузку на поясничный отдел позвоночника из-за наклонов вперед и ручной обработки материалов [122].

По данным F. C. Heider с соавт. (2025), к факторам, повышающим риск развития грыжи межпозвонкового диска, относятся генетическая предрасположенность, избыточный вес, профессиональные факторы риска, курение, а также малоподвижный образ жизни [116].

Кроме того, было показано наличие значимой связи между сильным воздействием холода и болью в шее, пояснице и поясничной радикулопатией, авторы отмечают, что в учреждениях здравоохранения на рабочем месте воздействие холода следует рассматривать как возможный фактор риска заболеваний опорно-двигательного аппарата [189].

Этиопатогенез грыж межпозвонковых дисков, осложненных ДПКР, обусловлен сочетанием инволютивных дегенеративных изменений структур позвоночного столба, экзогенных физических нагрузок и генетически детерминированных особенностей морфологии соединительной ткани [9, 53].

К факторам образования грыж межпозвонковых дисков ряд авторов относит такие анатомические особенности как люмбализация позвонка S1 и удлиненные поперечные отростки L5 [82, 111]. Существуют научные исследования, подтверждающие генетическую предрасположенность к развитию дегенеративных изменений межпозвонковых дисков и образованию грыж дисков [154, 131].

Традиционные представления о патогенезе поясничной радикулопатии основывались на концепции механической компрессии нервного корешка грыжевым выпячиванием. Тем не менее вариабельность клинической

симптоматики зачастую не находит исчерпывающего объяснения в рамках исключительно механического воздействия. Современные иммунологические, иммуногистохимические и молекулярно-биологические исследования свидетельствуют о том, что грыжевой субстрат не является биологически инертным; напротив, он обладает высокой метаболической активностью и способен экспрессировать широкий спектр провоспалительных медиаторов, среди которых цитокины, такие как интерлейкин-1, интерлейкин-6, интерлейкин-8 и фактор некроза опухоли. Воспаление вызывается не только химическим раздражением биологически активных веществ, выделяемых пульпозным ядром, но и аутоиммунным ответом на него самого. Таким образом, в патофизиологии боли при радикулопатии и ишиасе, помимо механического фактора важную роль играют клеточные молекулярные медиаторы, участвующие в воспалении [123]. Наряду с этим, нарушение целостности фиброзного кольца приводит к обнажению антигенов пульпозного ядра для клеток иммунной системы. Нарушение иммунологического барьера ткани диска приводит к экспозиции дисковых антигенов, что инициирует аутоиммунный ответ. Он характеризуется активацией В-лимфоцитов. Затем вырабатываются аутоантитела, и происходит пролиферация цитотоксических Т-лимфоцитов. Запускается каскад реакций, сопровождающийся избыточной продукцией провоспалительных цитокинов (ИЛ-1α, ИЛ-1β, ИЛ-6, ИЛ-8, ФНО-α) и липидных медиаторов воспаления (простагландина Е2), которые поддерживают локальное воспаление и периферическую сенсибилизацию ноцицепторов [120]. Аналогичные иммунологические механизмы определяют процессы спонтанной регрессии грыжевого фрагмента посредством фагоцитоза и биохимической деградации его соединительнотканных компонентов [119].

По данным ряда авторов, дегенерация межпозвонковых дисков в поясничном отделе позвоночника часто сопровождается вакуумным феноменом. В некоторых случаях газ может мигрировать в поясничный спинномозговой канал и сдавливать нервный корешок [118].

Механический фактор развития ДПКР при грыже межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника обусловлен латерализацией ткани диска,

натяжением магистрального нерва или его сдавлением в корешковом канале и в межпозвонковом отверстии структурами диска или контактирующими с ним костными или суставными структурами. Дискорадикулярный конфликт может усугубляться формированием анатомических предпосылок в виде стеноза фораменального отверстия за счет гипертрофии тканей сустава [216]. Несмотря на значимую роль грыж межпозвонкового диска в развитии компрессионно-корешкового синдрома, есть данные, свидетельствующие об отсутствии взаимосвязи между размерами экструзии межпозвонкового диска и степенью выраженности болевого синдрома [81, 104, 109].

При ДПКР болевой синдром носит комбинированный характер, включающий ноцицептивный и невропатический компоненты [9,18]. Кроме того, на интенсивность болевого синдрома у пациентов с поясничной радикулопатией влияют механизмы так называемой катастрофизации боли [140].

Наряду с компрессией спинномозговых корешков и развитием нейрогенного воспаления, может сформироваться сдавление и смежных с корешком сосудистых структур (артерий и вен), приводя к так называемой радикулоишемии и усугублению болевого синдрома [19, 180]. Причем наиболее выраженные ишемические нарушения в спинном мозге и его корешках возникают в наиболее удаленных участках кровоснабжаемой области. Существуют данные о различной чувствительности структур спинного мозга к гипоксии [43]. Ишемия и гипоксия за счет артериального компонента могут возникать в результате не только механического сдавления сосуда, но и рефлекторного спазма артерий на фоне нарушения венозного оттока [10, 132].

Согласно данным Y. Paksoy с соавт. (2004), множественные варикозные расширения поясничных эпидуральных вен могут вызывать компрессию нервных корешков. Авторами описаны случаи расширения эпидуральных вен у 13 пациентов с тромбозом или обструкцией нижней полой вены, проявляющиеся корешковыми синдромами, отмечено, что у 12 больных наблюдалось полное разрешение симптомов радикулопатии после соответствующего лечения [158].

В соответствии с современной классификацией данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) или компьютерной томографии (КТ) морфологических типов грыж межпозвоночных дисков выделяют: протрузию или выпячивание диска, при котором размер основания превышает максимальную высоту выпячивания, фиброзное кольцо остается интактным, экструзию с разрывом фиброзного кольца и выпячиванием пульпозного ядра, при котором размер основания меньше размера вершины выпячивания в наибольшем сагиттальном сечении и секвестрацию с полным отделением грыжевого материала от тела диска с его миграцией в позвоночный канал [135].

Согласно имеющимся клиническим рекомендациям, выделяют острую (до 4 недель), подострую (в период после 4 и до 12 недель) и хроническую (после 12 недель) ДПКР [9, 85].

1.3. Клинические проявления дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии

Клиническая картина ДПКР характеризуется классическим симптомокомплексом, включающим люмбоишиалгию с типичной дерматомной иррадиацией, сенсорные нарушения в зоне соответствующей иннервации, а также мышечную слабость в релевантных миотомах (индикаторных мышцах). Диагностически значимыми признаками являются гипо- или арефлексия (коленного и ахиллова рефлексов), а также подтвержденные положительные симптомы натяжения нервных корешков [18, 28, 29, 78]. В структуре болевого синдрома часто выявляется невропатический компонент, характеризующийся интенсивными простреливающими или жгучими болями, парестезиями и другими сенсорными феноменами с типичной иррадиацией в дистальные отделы соответствующего дерматома [18].

S. Genevay с соавт. (2017) предложили классификационные критерии для выявления пациентов с радикулярной болью, вызванной поясничной грыжей межпозвонкового диска, к ним относятся монорадикулярное распределение боли в

ноге, односторонняя боль в ноге, сообщаемая пациентом, положительный тест на поднятие прямой ноги под углом менее 60° (или тест на растяжение бедренной мышцы), односторонняя двигательная слабость и асимметричный ахиллов рефлекс [77]. Манифестация люмбоишиалгического синдрома часто связана с интенсивными физическими нагрузками. Характерным является усиление болевых ощущений при повышении внутрибрюшного давления (кашле, чихании), форсированном сгибании туловища и их ослабление в положении лёжа или другой анталгической позе [18, 28, 29, 78]. При компрессионно-ишемическом поражении корешков L5 или S1 болевой синдром характеризуется типичной иррадиацией дистальнее коленного сустава с распространением на область стопы и пальцев в соответствии с границами пораженного дерматома [9, 193]. Значительным фактором, ограничивающим качество жизни пациентов с дискорадикулярным конфликтом на пояснично-крестцовом уровне, является развитие слабости мышц, иннервируемых пораженным корешком, что достигает 83% [12] и приводит к расстройству привычных двигательных паттернов, таких как ходьба, давление на педаль автомобиля, спуск и подъем по ступенькам, негативно влияя на повседневную активность человека [120].

Одним из проявлений моторного дефицита может быть парализующий ишиас вследствие сосудистых нарушений в зоне кровоснабжения радикуломедуллярной артерии, характеризующийся превалированием двигательных нарушений над чувствительными [30].

Возможен компенсаторный защитный мышечный спазм, сопровождающийся изменением биомеханики движений: анталгической позой или функциональным сколиозом [24].

Клиническое течение ДПКР характеризуется вариативностью: у 50 % пациентов положительная динамика отмечается в период от 4 до 12 недель. Согласно имеющимся данным, полная спонтанная резорбция секвестрированных грыж наблюдается в 43 % случаев [201]. Результаты динамического МРТ-мониторинга свидетельствуют о том, что в течение года у 60–70 % пациентов наблюдается более чем двукратное уменьшение объёма грыжевого выпячивания

[117]. Однако в ряде случаев патологический процесс характеризуется затяжным, прогрессирующим течением, способствуя развитию тревоги, депрессии, значительно снижая качество жизни и функциональной активности пациента [35].

1.4. Особенности диагностики дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии

Диагностика пояснично-крестцовой радикулопатии основывается на анализе жалоб, анамнеза, физикального осмотра и дополнительных обследований [9, 137]. В настоящее время описаны модели искусственного интеллекта для выявления нижнепоясничных дискогенных радикулопатий [147].

Диагностика болевого синдрома предполагает объективизацию его интенсивности на всех этапах лечения. Для обеспечения сопоставимости результатов целесообразно использовать валидизированные инструменты оценки, такие как визуальная аналоговая шкала (ВАШ), числовая рейтинговая шкала (ЧРШ) и вербальная рейтинговая шкала (ВРШ) [3, 9]. Важным аспектом диагностики является дифференциация патофизиологических механизмов боли: ноцицептивного, невропатического, ноципластического (дисфункционального) или их сочетаний [18, 28, 29].

На этапе сбора жалоб и анамнеза показано использование скрининговых опросников для выявления симптомов «красных флагов», указывающих на потенциально опасную специфическую патологию. К факторам риска относятся: возраст пациента (вне диапазона 18–50 лет), недавняя травма позвоночника в анамнезе, онкологическая настороженность, длительная терапия глюкокортикостероидами, иммунодефицитные состояния (включая ВИЧ-инфекцию), а также системные проявления (необъяснимая потеря массы тела, идиопатическая общая слабость). Особого внимания требуют атипичные характеристики болевого синдрома: постоянная боль, не проходящая в состоянии покоя; локализация в грудной клетке или аногенитальной области; связь боли с дефекацией, мочеиспусканием или половым актом [9, 202].

Соматический статус пациента оценивается в соответствии со стандартизированными протоколами обследования для дифференциальной диагностики вертеброгенной патологии и специфических причин дорсалгии (травматические повреждения позвоночного столба, неопластические процессы, инфекционные поражения и др.). Диагностический алгоритм включает физикальный осмотр (аускультация лёгких, пальпация органов брюшной полости и периферических лимфатических узлов), а также мониторинг системных проявлений: температурную реакцию, состояние кожных покровов и динамику массы тела [9, 28, 78, 85, 162].

Клиническая диагностика ДПКР основана на комплексной оценке неврологического и нейроортопедического состояния. В ходе осмотра определяются объем активных движений и воспроизведение боли в поясничном отделе позвоночника при оценке наклона вперед и в стороны, наличие мышечной асимметрии или гипотрофии тазового пояса и нижних конечностей. Визуальная оценка в сагиттальной и фронтальной плоскостях позволяет выявить сколиотическую деформацию, а также патологические изменения физиологического лордоза, его усиление или уплощение. Функциональное тестирование (ходьба на носках и пятках) используется для топической диагностики моторных нарушений: нарушение функции при опоре на передний отдел стопы указывает на поражение корешка S1, при опоре на задний отдел — на поражение корешка L5. Пальпаторное исследование включает оценку состояния остистых и поперечных отростков, а также энтезисов. Проводятся объективизация сенсорной сферы, оценка мышечной силы в соответствующих группах мышц и исследование коленного и ахиллова рефлексов [9, 183]. Диагностический алгоритм включает обязательную верификацию симптомов натяжения нервных корешков. Тест Ласега, характеризующийся появлением или значительным усилением болевого синдрома при пассивном подъёме выпрямленной нижней конечности в диапазоне углов от 30° до 70° с последующим уменьшением боли при сгибании в коленном суставе, является патогномоничным признаком радикулопатии корешков L5 и S1. Дополнительно исследуется симптом Брагарда, заключающийся

в усилении боли при форсированном тыльном сгибании стопы на фоне выполнения теста Ласега [9]. Тесты Ласега и Брагарда, выполненные параллельно, показали высокую чувствительность (97,40%) и внешнюю валидность, они имеют клиническую ценность для исключения поясничной или пояснично-крестцовой радикулопатии [211]. Патогномоничным признаком дискогенной радикулопатии является также перекрестный симптом Ласега, заключающийся в появлении или усилении болевого синдрома на стороне поражения при пассивном подъеме контралатеральной конечности. Стоит отметить, что этот симптом обладает более высокой специфичностью, но меньшей диагностической чувствительностью по сравнению с классическим тестом [9, 148, 195]. Симптом Вассермана, проявляющийся в виде болевого синдрома по передней поверхности бедра при пассивном разгибании нижней конечности в тазобедренном суставе в положении пациента на животе, свидетельствует о поражении верхних и средних поясничных корешков (L2–L4). Симптом Мацкевича, проявляющийся возникновением боли в ноге, соответствующей зоне иннервации пораженного корешка, при форсированном сгибании голени в коленном суставе в положении пациента на животе, является одним из диагностических признаков поражения поясничных спинномозговых корешков [9].

Кроме того, необходимо провести дифференциацию с синдромом грушевидной мышцы, характеризующимся экстравертебральной компрессией седалищного нерва [9, 193], с этой целью проводится тест Бонне-Бобровниковой (провокация болевого синдрома при пассивном приведении согнутого бедра с его одновременной внутренней ротацией в положении пациента лежа на спине). Верификация синдрома грушевидной мышцы осуществляется на основании данных глубокой пальпации, а также положительного диагностического теста с локальным введением анестетиков (лечебная блокада), приводящего к регрессу болевого синдрома и сопутствующей симптоматики.

Для дифференциации поражения тазобедренного сустава используется симптом Патрика (FABER-тест), когда оценивается наличие болезненности в области крестцово-подвздошного сочленения или тазобедренного сустава при

пассивном отведении и наружной ротации согнутого в коленном и тазобедренном суставах бедра в положении пациента лежа на спине. В данном случае определяется источник патологии (по локализации болезненности) [9].

Дифференциально-диагностический поиск предполагает исключение фораминального (латерального) стеноза позвоночного канала, вызванного кистами или другими объёмными образованиями, вызывающими компрессию спинномозговых нервов. Диагностика фораминального стеноза основывается на сопоставлении клинических проявлений с результатами нейровизуализации (МРТ) [9, 175, 179]. Также необходима дифференциальная диагностика поясничной радикулопатии с широким спектром скелетно-мышечных заболеваний, клиническая картина которых имитирует корешковый синдром (псевдорадикулярные боли) [69].

Диагноз ДПКР подтверждается при исключении симптомов «красных флагов» на основании комплексного анализа жалоб, анамнеза и результатов физикального обследования при условии их корреляции с выявленными нейровизуализационными признаками [9, 28, 77, 78].

Для объективизации степени функциональных нарушений, обусловленных ДПКР, а также для мониторинга клинического течения и оценки терапевтической эффективности проводимого лечения показано применение валидизированных шкал, таких как индекс инвалидизации Освестри (Oswestry Disability Index) [1, 9, 52, 200] или опросник Роланда-Морриса [9, 45, 178].

Проведение лабораторной диагностики целесообразно при выявлении симптомов «красных флагов» с целью дифференциации вертеброгенной патологии и специфических заболеваний. По клиническим показаниям алгоритм диагностики расширяется за счет общеклинических анализов крови и мочи, определения уровня С-реактивного белка, альфа-амилазы, креатинкиназы, простатспецифического антигена, а также оценки статуса витамина D, ферритина, электролитного баланса, гормонального профиля и биохимического анализа ликвора.

Пациентам с клиническими признаками ДПКР показано проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ) пояснично-крестцового отдела

позвоночника при наличии симптомов «красных флагов» для исключения специфической этиологии болевого синдрома и сопутствующей неврологической патологии. При наличии противопоказаний к проведению МРТ альтернативным методом нейровизуализации является компьютерная томография (КТ) [9, 25, 28, 29, 51, 78].

При подозрении на синдром «поражения конского хвоста» (cauda equina syndrome) показано незамедлительное проведение нейровизуализационных исследований. Это состояние характеризуется дисфункцией тазовых органов, анестезией в аногенитальной области («седловидная анестезия») и прогрессирующим парезом нижних конечностей [9, 25, 28, 29, 51, 78].

Проведение нейровизуализации (МРТ или КТ) пояснично-крестцового отдела позвоночника в ранние сроки (до четырёх недель от начала заболевания) целесообразно при нарастании неврологического дефицита, сохранении интенсивного болевого синдрома, резистентного к проводимой терапии, а также в рамках предоперационной подготовки перед эпидуральным введением глюкокортикостероидов и местных анестетиков [9, 85].

Нецелесообразно проведение нейровизуализации (МРТ, КТ) или рентгенографии пояснично-крестцового отдела позвоночника в течение первых четырех недель при типичной клинической картине ДПКР и отсутствии «красных флагов» [9, 85], поскольку ранняя диагностика не коррелирует с улучшением исходов заболевания [9, 194]. В случае отсутствия положительной динамики в виде уменьшения болевого синдрома и неврологического дефицита по истечении указанного периода показано проведение МРТ или КТ для верификации диагноза и определения показаний к консультации нейрохирурга [9, 194].

T. Sato с соавт. (2020) для количественной оценки степени компрессии нервов у 32 пациентов с поясничной радикулопатией провели оценку Т2-картирования и нейрографии с сигналом от оболочки нерва, увеличенным за счет быстрого получения визуализации релаксации с усилением в режиме покоя тканей. Поясничная нейрография выявила отёк поражённого нерва и увеличение времени релаксации Т2 по сравнению с контралатеральным нервом. Коэффициент Т2

коррелировал с болью в ноге [86]. Исследования медицинской визуализации позволяют выявить или исключить специфическую фоновую патологию и определить раздражение нервных корешков, в то время как селективные диагностические блокады нервных корешков могут использоваться для подтверждения пораженного уровня(ей) [137].

С целью измерения порога болевой чувствительности при надавливании у пациентов с шейной и поясничной радикулопатией описано применение алгометрии [67].

При хроническом течении ДПКР необходим комплексный анализ психосоциальных этиологических факторов болевого синдрома. Степень их выраженности определяет прогноз заболевания и является определяющим критерием при разработке персонализированной тактики патогенетической терапии [9, 28, 133, 220].

В ряде клинических ситуаций для дифференциальной диагностики поражений периферической нервной системы, спинальной патологии и других нозологических форм обосновано применение дополнительных нейрофизиологических методов исследования: игольчатой электромиографии (ЭМГ), стимуляционной электронейромиографии (ЭНМГ) и регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) [9, 29].

Анализ скорости распространения возбуждения (СРВ) по моторным и сенсорным волокнам периферических нервов путем стимуляции нерва в нескольких точках (проксимально и дистально) включается в протокол стимуляционной электронейромиографии. При этом оценивают следующие параметры: латентность и амплитуду моторных ответов (М-ответов) и сенсорных потенциалов. Анализ этих параметров позволяет выявить нарушения проведения по нервам (демиелинизацию, аксональное поражение, блок проведения) и определить локализацию поражения.

Снижение амплитуды моторных и сенсорных ответов свидетельствует о повреждении аксонов, в то время как замедление СРВ патогномонично для процессов демиелинизации [55].

Игольчатая электромиография (ЭМГ) проводится в мышцах, иннервируемых пораженным спинномозговым корешком (соответствующих миотому). При игольчатой ЭМГ выявляют признаки денервации: спонтанную активность в виде фибрилляций или положительных острых волн, а также признаки перестройки потенциалов двигательных единиц (ПДЕ): увеличение амплитуды, длительности и полифазности, что может быть характерным признаком для процессов реиннервации. Выявление признаков денервации и реиннервации позволяет подтвердить наличие поражения нерва, оценить его тяжесть и определить стадию процесса восстановления [21].

Ключевыми анализируемыми параметрами потенциалов двигательных единиц являются их амплитуда и длительность. Учитывая вариабельность нормативных значений ПДЕ в различных миотомах, расчет этих показателей осуществляется индивидуально для каждой исследуемой мышцы. Игольчатая ЭМГ позволяет выявить электрофизиологические признаки денервационно-реиннервационного процесса в соответствующем миотоме на субклинической стадии, предшествующей проявлению мышечной слабости и гипотрофии [55, 208]. Появление признаков денервации в виде спонтанной активности происходит в направлении от проксимального отдела к дистальному [31].

Феномен спонтанной активности включает потенциалы фибрилляций (ПФ), положительные острые волны (ПОВ) и потенциалы фасцикуляций (ПФц). Регистрация ПФ, как правило, свидетельствует об остром денервационном процессе, однако эти потенциалы могут наблюдаться и при первичных миопатиях (воспалительных миопатиях, мышечных дистрофиях). ПОВ отражают динамику дистрофических изменений в мышечной ткани; при этом существенное увеличение их амплитудно-временных характеристик коррелирует с дегенерацией значительного числа мышечных волокон в составе двигательной единицы. ПФц представляют собой спонтанные непроизвольные разряды отдельных двигательных единиц, генерируемые на уровне тела мотонейрона или его аксона. Несмотря на высокую диагностическую значимость ПФц при заболеваниях двигательных нейронов, их наличие также характерно для очагового поражения

двигательных аксонов, в частности, при компрессионной радикулопатии или аксональной полинейропатии [55]. По характеру изменений ПДЕ выделяют острую аксонопатию, для которой характерна спонтанная активность в виде потенциалов фибрилляций (ПФ) без признаков нейрогенной перестройки, подострую аксонопатию, при которой на фоне денервационной спонтанной активности характерна перестройка ПДЕ по нейрогенному типу при сохранении параметров интерференционного паттерна в пределах нормы, хроническую аксонопатию со значительным уменьшением проявлений денервационной активности или ее исчезновением с перестройкой ПДЕ по нейрогенному типу [21]. Появление спонтанной активности в виде ПФ в паравертебральной мускулатуре появляется примерно через 3-7 дней после манифестации ДПКР, в мышцах конечностей – через 2-6 недель с сохранением признаков денервации в дистальных мышцах от 12 до 24 месяцев и дольше (до завершения процесса реиннервации) [40].

Активная реиннервация сопровождается увеличением числа мышечных волокон, иннервируемых одним мотонейроном, что приводит к увеличению двигательных единиц (ДЕ) и электрофизиологически проявляется формированием высокоамплитудных ПДЕ увеличенной длительности и их полифазией. Этот феномен классифицируется как «нейрогенная перестройка ПДЕ» [21]. Как и денервационные изменения, процессы реиннервации начинаются в более проксимально расположенных мышцах.

Игольчатая ЭМГ параспинальной мускулатуры применяется для определения анатомического уровня поражения, что обусловлено сегментарной иннервацией соответствующих спинномозговых корешков. Тем не менее из-за анатомических особенностей электромиографическое исследование данной группы мышц при радикулопатии на уровне S1 представляется невозможным [55].

Стандартный протокол стимуляционной ЭНМГ при подозрении на радикулопатию предполагает обязательную оценку проводимости по эфферентным (моторным) и афферентным (сенсорным) волокнам нервов, соответствующих пораженному сегменту. Выбор комбинации исследуемых нервных стволов определяется предполагаемым уровнем корешковой компрессии.

При радикулопатии на уровне L5 отмечается снижение амплитуды М-ответа малоберцового нерва (регистрация с m. extensor digitorum brevis*)*; показатели большеберцового нерва (регистрация *с* m. abductor hallucis*)* варьируют при вовлечении волокон корешка S1. Электромиографическая картина характеризуется нейрогенной перестройкой ПДЕ в передней большеберцовой и длинной малоберцовой мышцах (иннервация малоберцовым нервом), задней большеберцовой мышце (иннервация большеберцовым нервом), средней ягодичной мышце (иннервация верхним ягодичным нервом), а также в параспинальной мускулатуре [55].

F-волны классифицируются как поздние нейрофизиологические феномины. При радикулопатии на уровне S1 электронейромиографические изменения со стороны большеберцового нерва проявляются снижением амплитуды М-ответа. Увеличение длительности F-волны является доминирующим и наиболее распространённым отклонением среди прочих параметров данного феномена как на стороне поражения, так и на контралатеральной стороне. Последнее свидетельствует о субклинической дисфункции корешка S1 на бессимптомной стороне. Диагностическая специфичность показателя длительности F-волны составила 83 %, чувствительность — 90 %. Установлена корреляционная зависимость между удлинением F-волны и выраженностью мышечной слабости [50].

В большинстве случаев ДПКР спинальный ганглий локализуется дистальнее зоны компрессии. При такой анатомической конфигурации грыжевое выпячивание воздействует на чувствительный корешок проксимальнее ганглия (преганглионарно). Вследствие этого валлеровская дегенерация аксонов не распространяется на периферический ствол сенсорного нерва, что обусловливает сохранность параметров сенсорного ответа при электрофизиологическом исследовании [55].

Согласно данным Е. Г. Селиверстовой и соавт. (2022), для верификации радикулопатии требуется сочетание стимуляционной ЭНМГ и игольчатой ЭМГ, что позволяет отличить корешковое поражение от периферических нейропатий и

плексопатий. Установлено, что при сохранности более 50–70 % двигательных аксонов амплитуда М-ответа при стимуляционной ЭНМГ может оставаться в пределах референсных значений. Спонтанная активность при игольчатой электромиографии регистрируется, начиная со второй недели заболевания. Нейрогенная перестройка ПДЕ, отражающая процессы реиннервации, также проявляется со второй недели и сохраняется на протяжении всего периода компрессии спинномозгового корешка. Таким образом, электромиография является методом подтверждения, но не исключения диагноза радикулопатии [55].

1.5. Аппаратная динамометрия в диагностике двигательных нарушений

Для объективной оценки мышечной силы в клинической практике используется стандартизированная шестибалльная шкала [3, 214]. Согласно этой классификации, показатели интерпретируются следующим образом: 5 баллов — сохранная мышечная сила (отсутствие пареза); 4 балла — лёгкий парез (снижение силы при активном сопротивлении при возможности выполнения движений с преодолением веса конечности); 3 балла — умеренный парез (способность выполнять движения только при устранении силы тяжести); 2 балла — выраженный парез (наличие мышечных сокращений без формирования двигательного акта); 1 балл — грубый парез (визуализация отдельных мышечных сокращений/фибрилляций); 0 баллов — паралич (полное отсутствие мышечной активности). Методика предполагает сравнительный анализ силы мышц на стороне поражения и на здоровой стороне, а также мониторинг показателей в динамике.

Шкала обладает неоспоримым преимуществом в виде малозатратности и широты использования, однако не позволяет объективно оценить состояние исследуемой мышцы, в том числе выносливость. Кроме того, мануальные способы оценки затруднительны и еще более не объективны в оценке небольших мышечных групп.

При этом показатель максимальной силы мышц нижних конечностей является одним из важнейших критериев функционального состояния опорно-

двигательной системы. Снижение этого показателя не только сопровождается уменьшением темпа ходьбы, но и может привести к затруднению поддержания устойчивого положения тела [54].

Динамометрия – метод измерения силы мышц, который используется для оценки мышечной силы и функционального состояния опорно-двигательного аппарата. При мануальной динамометрии пациент сжимает динамометр с максимальной силой. При изометрической динамометрии пациент прикладывает усилие к динамометру в статическом положении. При изокинетической динамометрии, являющейся «золотым стандартом определения мышечной функции», оценка мышечной силы выполняется с заданной скоростью движения как в концентрическом, так и в экцентрическом сокращениях, независимо от прикладываемого внешнего усилия пациентом с определением целого ряда объективных параметров: максимального крутящего момента, времени достижения максимального сокращения, времени удержания максимального сокращения, угла сустава, соответствующего масимальному сокращению [83].

Проводилось исследование силы мышц нижних конечностей с помощью динамометрических стендов у пациентов с коксартрозом и деформацией бедренной кости на предоперационном этапе. Исследовались дорсифлексоры и плантарные флексоры голени, а также разгибатели, сгибатели, приводящие и отводящие мышцы бедра. Конечность фиксировалась, когда угол в коленном и голеностопном суставах составлял 90°. Измерения проводились при максимальном произвольном сокращении мышц в изометрическом режиме. Оценивался абсолютный момент силы (Н/м), а затем относительный момент силы с учетом массы тела (Н·м/кг). Максимальный момент силы мышц-разгибателей голени исследовали в положении обследуемого сидя (угол в коленном суставе составлял 90°). Сила мышц-сгибателей голени определялась в положении обследуемого стоя. В вертикальном положении пациента также определяли количественные параметры групп мышц-сгибателей и разгибателей бедра, а также приводящих и отводящих мышц бедра [26].

Метод аппаратной изометрической и изокинетической динамометрии в настоящее время является объективным методом оценки мышечной функции, с этой целью описано использование таких аппаратов как Biodex, Humac Norm, CIBEX, с помощью которых изучается большое количество параметров, наиболее полно характеризующих сократительную способность мышцы и функцию сустава, что позволяет оценить даже минимальную динамику изменений функции скелетно-мышечной системы.

Изокинетическая динамометрия является «физиологическим методом, позволяющим оценить скоростно-силовые характеристики нейромышечной системы на низких (0-60°/с), средних (60-180°/с) и высоких (180-300°/с) угловых скоростях». При проведении тестирования угловая скорость движения конечности остается постоянной, а сопротивление аппарата автоматически адаптируется к приложенной пациентом силе, позволяя объективно оценить нейромышечные функции и тонусно-силовые параметры тестируемой мышцы [37]. Изокинетическая динамометрия является воспроизводимым, объективным, надежным методом для оценки мышечных параметров, который часто используется в качестве эталонного стандарта [217, 114]. Изокинетический динамометр позволяет оценивать функцию мышц с аккомодационным сопротивлением при постоянной угловой скорости, тем самым обеспечивая максимальное мышечное усилие во всем заданном диапазоне движения [188, 159, 125].

Преимуществом метода является получение объективных цифровых значений. Значимым оцениваемым параметром является пиковый вращающий момент (ПВМ), который учитывает уровень мышечной активации, мышечную выносливость, геометрию сустава, массу конечности, скорость движения и мотивацию пациента. Он отражает максимальную силу исследуемой группы мышц. Отношение ПВМ к массе тела (МТ) — ПВМ/МТ (%) позволяет проводить сравнение со среднепопуляционными показателями. Показатель ПВМ/МТ (%) при угловой скорости 60°/с указывает на максимальную силу исследуемой мышцы, показатель ПВМ/МТ (%) при средних и высоких угловых скоростях — 180, 300°/с — в большей степени характеризует локальную силовую выносливость мышцы.

Другим важным параметром является средняя мощность — показатель мышечной работы, который зависит от силы, скорости и технического мастерства и определяется объёмом выполненной работы за единицу времени. Он характеризует способность поддерживать уровень силы в единицу времени. Показатель времени ускорения определяется как суммарное время достижения изокинетической скорости в зависимости от угловой скорости и характеризует нервно-мышечные возможности данной определенной группы мышц пациента [107]. Кроме того, для оценки сократительной способности исследуемой мышцы используются параметры угла и времени достижения пикового момента силы, которые характеризуют способность мышцы рекрутировать мышечные волокна, а также вовлечение мышц-синергистов в сократительный процесс, что имеет важное значение для динамической оценки эффективности восстановления мышечной силы. Учитывая возможность изокинетической динамометрии измерять динамическую силу при изолированном движении в суставе, а также наличие доказанных взаимосвязей между показателями тестирования и спортивными достижениями, данный метод используется для оценки функционального состояния пациентов с двигательными нарушениями при различных заболеваниях и патологических состояниях.

Аппаратная изокинетическая динамометрия может использоваться в различных областях медицины, она используется во время тестирования с физической нагрузкой и реабилитации для получения количественного измерения мышечной силы, на основании которого могут быть основаны прогрессивные программы силовых тренировок.

В исследовании B. Habets и соавт. (2018), включавшем анализ показателей 54 участников (50 % женщин, 50 % мужчин, средний возраст 20,9±3,1 года, средний рост 175,2±8,7 см, средний вес 72,1±12,3 кг), установлены хорошие или отличные показатели надежности для измерений концентрической и эксцентрической силы разгибателей и сгибателей колена, а кроме того, ротаторов плеча, выполненных на двух разных изокинетических динамометрах Humac NORM. Принимая во внимание полученные результаты, и, в частности, погрешность измерения при

тестировании коленного сустава, авторы отмечают, что разные устройства одного и того же динамометра Humac NORM могут использоваться в многоцентровых исследованиях [125].

R. van Cingel и соавт. (2018) сравнили силу флексоров и экстензоров колена и ротаторов плеча у двух групп гандболистов. Обе группы были протестированы одним и тем же исследователем в разных медицинских центрах с использованием двух разных динамометров одной модели. Получены достоверные результаты исследования двух разных динамометров одной модели. Была доказана надежность двух изокинетических устройств Humac NORM при оценке концентрических и эксцентрических измерений силы сгибателей и разгибателей колена и ротаторов плеча [185].

R. Chester с соавт. (2003) указывают на высокую достоверность и надежность полученных результатов диагностики пикового крутящего момента при подошвенном сгибании стопы у больных с повреждением ахиллова сухожилия [171].

В исследовании J. M. Dean с соавт. (2023) оценивалась надежность изокинетической динамометрии сгибателей и разгибателей колена при 150°/с у детей и молодых людей с тяжелыми ожогами, на основании которой назначалась программа реабилитационных упражнений. У 39 пациентов с тяжелыми ожогами проводилась изокинетическая динамометрия сгибания/разгибания колена со скоростью 150°/с на каждой доминирующей ноге пациента в два сеанса. Пациент был ознакомлен с тестом и выполнил 1 подход из 10 повторений со скоростью 150°/с. Второй сеанс из 1 подхода по 10 повторений со скоростью 150°/ был выполнен в течение 24 часов после первого. Результатами мышечной функции были пиковый крутящий момент сгибания/разгибания колена, средний пиковый крутящий момент и средняя мощность. Отмечено, что функциональные измерения сгибателей и разгибателей колена с помощью изокинетической динамометрии с повторным тестированием при 150°/с являются надежными у данной категории пациентов и могут помочь в назначении программы реабилитации с сопротивлением [210].

O. Klassen и соавт. (2017) предложили оценивать динамометрические показатели ротаторов плеча и флексоров / экстензоров бедра у женщин, оперированных по поводу рака молочных желез и проведения адъювантной химиотерапии [143].

S. Stewart с соавт. (2016) предлагают с помощью изокинетической динамометрии на аппарате Biodex оценивать функцию мышц стопы и голени у пациентов с подагрой, а именно – максимальный крутящий момент изокинетики в эксцентрическом режиме при флексии, экстензии и ротации стопы на различных скоростях [105].

J. C. Adsuar с соавт. (2011) сделали вывод, что изокинетическая динамометрия обеспечивает надежное измерение максимального пикового крутящего момента при изометрическом концентрическом и эксцентрическом сгибании и разгибании колена у пациентов с фибромиалгией [197].

A. J. Lopes с соавт. (2016) с помощью изокинетической динамометрии объективно выявили снижение мышечной силы и выносливости у пациентов с акромегалией, а также оценили значение модели мышечной деятельности коленного сустава для дальнейшей реабилитации данных пациентов [103].

Данные систематического обзора и метаанализа (2017) продемонстрировали, что изокинетическая динамометрия имеет высокую надежность в оценке механической функции мышц у пациентов с рассеянным склерозом [142].

На основании систематического обзора O. H. Kristensen и соавт. (2017) было установлено, что изокинетическая динамометрия — надежный тест оценки мышечной силы и степени пареза у лиц с инсультом, обычно демонстрирующий заметное снижение мышечной силы в паретичных и в меньшей степени – в непаретичных мышцах по сравнению с контрольной группой, независимо от группы мышц, режима сокращения и скорости сокращения [129]. Продемонстрирована надежность метода изокинетической динамометрии для количественной оценки функции мышц сгибателей запястья у пациентов в подострый период инсульта с повышением достоверности полученных результатов по мере увеличения скорости движения запястья [196]. Также показано, что метод

изокинетического тестирования является ценным инструментом комплексной оценки результатов реабилитации пациентов с нервно-мышечными заболеваниями [100].

Существуют данные об успешном использовании изокинетической динамометрии в качестве объективного метода количественной оценки ригидности мышц туловища у пациентов с болезнью Паркинсона, а также для изучения взаимосвязи этих показателей с тяжестью, продолжительностью заболевания, функциональным статусом и качеством жизни, связанным со здоровьем у пациентов с легкой и средней степенями тяжести болезни Паркинсона [126].

Согласно исследованию Е. С. Прохоровой с соавт. (2017), у 40 спортсменов игровых видов спорта с пателлофеморальным болевым синдромом «была проведена изокинетическая динамометрия с использованием универсального динамометра Biodex 3 Pro (Biodex Inc., США) на угловых скоростях 60, 180 и 300°/с». Спортсмены выполняли флексию и экстензию в коленном суставе с пораженной и интактной стороны. Анализировали процентное соотношение пикового вращающего момента к массе тела – ПВМ/МТ (%), среднюю мощность (Вт), суммарное время достижения изокинетической скорости – время ускорения (м/с) сгибателей и разгибателей голени в зависимости от угловой скорости на фоне комплексной методики коррекции [37].

Таким образом, аппаратная изокинетическая динамометрия показала свою эффективность, безопасность и достоверность в оценке мышечной функции при различных клинических ситуациях. Однако остаются неуточненными вопросы по алгоритму и объему тестирования у пациентов с компресионной радикулопатией L5, S1, отсутствуют данные применения этой методики у пациентов с ДПКР в раннем послеоперационном периоде микродискэктомии.

1.6. Тактика ведения пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией

Терапевтическая стратегия при острой ДПКР подразделяется на консервативную и оперативную. Экстренное хирургическое вмешательство показано при наличии абсолютных критериев — симптомокомплекса поражения корешков конского хвоста (синдром конского хвоста), включающего дисфункцию тазовых органов, анестезию в аногенитальной области и парез стоп [9,76]. При выраженной клинической симптоматике микродискэктомия обеспечивает более быструю регрессию болевого синдрома и неврологического дефицита по сравнению с консервативными или малоинвазивными методами. При выборе тактики хирургического лечения необходимо провести информированное консультирование пациента относительно возможных интра- и послеоперационных осложнений, а также возможности достижения ремиссии при использовании неинвазивных методов терапии [9].

Во всех остальных случаях следует оценить динамику изменений в период от 6 до 12 недель заболевания и только потом решать вопрос о целесообразности оперативного вмешательства [9, 156].

На мультимодальном подходе, сочетающем фармакологическую поддержку и немедикаментозные методы, основана консервативная терапия ДПКР. При остром и подостром течении обосновано применение эпидуральных инъекций глюкокортикостероидов [9]. Важным компонентом ведения пациента является информирование пациента о доброкачественном прогнозе заболевания, высокой вероятности спонтанной резорбции грыжи межпозвонкового диска и ожидаемом улучшении состояния в течение 4–6 недель. Рекомендуется поддерживать привычный уровень физической, профессиональной и социальной активности, ограничивать длительный постельный режим (не более 3–5 дней при интенсивном болевом синдроме) [9, 68, 85, 151]. Такая стратегия способствует благоприятному прогнозу и минимизирует риск формирования катастрофизации боли.

Применение нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) показано для купирования болевого синдрома и восстановления функциональной активности пациентов с ДПКР [9, 152]. Согласно современным данным, значимых различий в анальгетической эффективности отдельных представителей группы НПВП не выявлено [9, 38]. Препараты следует назначать в минимально эффективных дозировках коротким курсом для минимизации риска развития нежелательных явлений [38]. Так как парентеральное применение не имеет терапевтических преимуществ, но характеризуется более низким профилем безопасности, приоритетным является пероральный путь введения [38]. Назначение НПВП осуществляется в строгом соответствии с регламентированными показаниями и противопоказаниями, одновременное применение нескольких препаратов данной группы нецелесообразно [9]. При интенсивном болевом синдроме в остром периоде обосновано кратковременное применение фиксированных комбинаций НПВП с миорелаксантами [9, 62].

При наличии болезненного мышечного спазма рекомендуется назначение миорелаксантов центрального действия (толперизон, тизанидин) [9, 75, 96]. Не рекомендовано комбинировать миорелаксанты друг с другом, не установлено преимущества какого-либо одного миорелаксанта перед другими в отношении уменьшения боли в спине [9, 75, 96].

При наличии невропатической боли рекомендовано использовать противоэпилептические препараты (габапентин, прегабалин) [9, 90, 108]. Хотя, по данным систематического обзора, не отмечено доказанной эффективности антиконвульсантов при ДПКР [66].

Назначение антидепрессантов (селективных ингибиторов обратного захвата серотонина и норадреналина, а также трициклических антидепрессантов) у пациентов с хроническим течением ДПКР патогенетически обосновано при наличии коморбидных депрессивных расстройств [9, 16, 87]. В то же время в ряде зарубежных клинических рекомендаций указывается на нецелесообразность рутинного назначения препаратов данной группы при ДПКР [146, 150].

Применение терапевтических доз витаминов группы В (комбинация тиамина, пиридоксина и цианокобаламина) в сочетании с НПВП обосновано при остром течении ДПКР для усиления обезболивающего эффекта [9, 15].

Назначение опиоидных анальгетиков, например, трамадола, показано для кратковременного купирования резистентного болевого синдрома высокой интенсивности в случаях неэффективности стандартных схем фармакотерапии [9].

По данным B. Heidari с соавт. (2023), показано, что N-ацетилцистеин может быть эффективным препаратом для дополнительной терапии при острой поясничной радикулопатии, однако авторы отмечают, что для подтверждения этих результатов необходимы дополнительные клинические исследования [144].

При интенсивном болевом синдроме в остром и подостром периодах ДПКР показано эпидуральное введение глюкокортикостероидов под рентгенологическим или ультразвуковым контролем. Манипуляция выполняется сертифицированным специалистом под ультразвуковым или рентгенологическим контролем не более чем на двух корешковых уровнях в рамках одной процедуры, с кратностью не более четырех инъекций в год. Процедура проводится в специализированном кабинете, оснащенном оборудованием для оказания неотложной помощи при возникновении осложнений [110, 193]. Установлено, что трансфораминальное введение кортикостероидов при подострой радикулярной боли обеспечивает кратковременную анальгезию и способствует восстановлению объема движений [137].

При подостром и хроническом течении ДПКР обосновано применение мягкотканых техник мануальной терапии с учетом индивидуального клинического статуса пациента. Но дополнительное воздействие на миофасциальные структуры может сопровождаться транзиторным усилением болевого синдрома и временным ограничением функциональной активности. При этом частота тяжелых осложнений (синдром конского хвоста, патологические переломы, сосудистые нарушения) остается крайне низкой [9, 71]. В комплексной реабилитации пациентов с хронической ДПКР возможно использование массажа паравертебральной мускулатуры и нижних конечностей. Несмотря на имеющиеся

данные о снижении интенсивности боли в ряде исследований, убедительная доказательная база эффективности этого метода в настоящее время отсутствует [139].

По мере уменьшения болевого синдрома показано назначение лечебной физкультуры (кинезиотерапии). Протокол реабилитации должен включать дифференцированные комплексы статодинамических и аэробных нагрузок, методы укрепления мышечного корсета и мобилизационные упражнения. Программа тренировок составляется индивидуально с учетом функционального состояния пациента и реализуется под контролем специалиста по медицинской реабилитации [9, 153, 192].

По данным ряда авторов, при хронической ДПКР импульсная радиочастотная терапия вблизи спинномозгового ганглия может обеспечить более длительное облегчение боли при условии тщательного отбора пациентов [137], в некоторых исследованиях отмечена эффективность импульсного магнитного поля [155, 164], кроме того, возможно применение иглорефлексотерапии [9], однако убедительных доказательств эффективности данного метода в настоящее время недостаточно [146].

В комплексном лечении пациентов с хронической ДПКР обосновано применение психотерапевтических методик, в частности, когнитивно-поведенческой терапии и практик осознанности. Установлено, что интеграция этих подходов с программами кинезиотерапии демонстрирует высокую терапевтическую эффективность [9, 91, 199].

При отсутствии клинического эффекта от проводимой консервативной терапии в течение 6-12 недель пациентам с ДПКР рекомендуется открытая или эндоскопическая (малоинвазивная) микродискэктомия [9, 49, 76, 106, 186, 209].

Цель операции – полное и достаточно безопасное удаление фрагментов грыжи межпозвонкового диска для декомпрессии спинномозговых нервов и конского хвоста. Два наиболее часто используемых хирургических метода (эндоскопический/микрохирургический) включают пять различных подходов:

эндоскопический – интерламинарный, трансфораминальный; микрохирургический – интерламинарный, трансламинарный, экстрафораминальный [116].

По данным систематического обзора 1671 пациента с грыжами дисков на поясничном уровне, осложненными радикулопатией, проведенного J. Andrew с соавторами в 2010 г., отмечено, что консервативные методы менее эффективны, чем операция микродискэктомии при краткосрочном наблюдении, но одинаково эффективны при долгосрочном наблюдении [112]. Хирургия межпозвонкового диска в поясничном отделе позвоночника показала эффективность от 78 до 95% после 2 лет наблюдения [168].

Согласно результатам систематического обзора Р. Кларка (2020), объединившего данные семи рандомизированных контролируемых исследований (n = 1158) и трёх анализов экономической эффективности, хирургическое лечение связано с более выраженной регрессией болевого синдрома в нижней конечности (в среднем на 6–26 баллов по 100-балльной визуально-аналоговой шкале) по сравнению с консервативной тактикой при наблюдении до 26 недель. Тем не менее статистически значимые межгрупповые различия нивелировались в долгосрочной перспективе (через 12 месяцев и более). Аналогичная тенденция наблюдалась в отношении показателей качества жизни, динамики неврологического дефицита и сроков восстановления трудоспособности. Хирургические осложнения были нечастыми, а хирургических смертей не было, частота повторных операций варьировала от 0 до 10%. Средняя стоимость за год жизни, с точки зрения плательщика медицинских услуг, составила от 51156 до 83322 долларов для хирургического вмешательства по сравнению с нехирургическими методами; авторы сделали вывод, что хирургическое вмешательство, вероятно, уменьшает боль и улучшает функциональную активность в краткосрочной и среднесрочной перспективе, но это различие не сохраняется в долгосрочной перспективе, хотя хирургическое вмешательство представляется безопасным, его экономическая составляющая достаточно высока [76]. Однако по данным R. A. Glennie (2022), показано, что микродискэктомия более экономически эффективна, чем 6-месячный курс нехирургического лечения хронической радикулопатии [141].

Важно отметить, что пожилой возраст пациента не является противопоказанием к хирургическому лечению [153]. Длительно существующая боль при консервативном лечении может способствовать снижению активности пожилого пациента, развитию депрессии, утяжелению коморбидных заболеваний. Таким образом, хирургическое лечение дискогенной радикулопатии в виде микродискэктомии даже в пожилом возрасте может быть полезно с целью уменьшения боли и значимого восстановления функционального состояния пациента [35].

По данным исследования результатов 11237 пациентов разного возраста, перенёсших хирургическое лечение грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника, показано, что хирургическое вмешательство заметно улучшило качество жизни и снизило инвалидность во всех возрастных группах ($p < 0,001$), однако у пожилых пациентов после операции показатели качества жизни по шкале оценки результатов, сообщаемой пациентом, были статистически значимо ниже по сравнению с более молодыми пациентами [193].

Однако в ряде случаев после успешно проведенной операции дискэктомии возможно сохранение болевого синдрома [17]. Даже при заметном снижении интенсивности боли от 23 до 49% всех прооперированных пациентов продолжают испытывать нарушения качества жизни, связанные со снижением функциональной активности [113, 167, 182]. По данным ряда авторов, при оценке отдаленных результатов наблюдения возобновление неврологической симптоматики, обусловленное рецидивами грыж дисков данного уровня, формированием грыж смежных уровней, рубцово-спаечным процессом и эпидуритами, встречается в 6-10% случаев. До 70% прооперированных пациентов через 10 лет и более предъявляют жалобы на сохранение болевой симптоматики, 35% из которых нуждаются в медицинской помощи, а 14% признаны нетрудоспособными [73, 187, 157]. По данным C. H. Kim (2013), при оценке за 10 лет, пациентам с выраженными проявлениями болевого синдрома, сохраняющимися нарушениями чувствительности и моторной функции в 17% случаев выполняется повторное

оперативное лечение [172], в связи с чем актуальной является проблема ранней послеоперационной реабилитации пациентов с ДПКР после микродискэктомии.

1.7. Послеоперационная реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией

Реабилитационные мероприятия при дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии рекомендуются пациентам при отсутствии противопоказаний и основаны на принципах мультидисциплинарности и персонализированного подхода [9, 169]. Комплексная программа реабилитации может включать мануальную терапию, физиотерапию (включая низкочастотную импульсную магнитотерапию), кинезиотерапию, медикаментозную терапию, психологическую поддержку, а также санаторно-курортное лечение при наличии показаний и отсутствии противопоказаний. Особое значение в долгосрочной перспективе имеет реализация стратегий профилактики рецидивов заболевания [9, 35]. Послеоперационная реабилитация может эффективно облегчить боль и улучшить качество жизни [88].

При одном и том же объеме и характере оперативного пособия тактика ведения пациентов в послеоперационном периоде может значительно варьировать. Это зависит от многих как медицинских, так и социально-экономических факторов [169].

Пациенты, как правило, полностью мобилизуются в течение нескольких часов после операции без каких-либо дальнейших ограничений [117]. Характер упражнений и нагрузок будет отличаться в зависимости от периода времени, прошедшего после операции. Имеются различные мнения о сроках начала реабилитации, в том числе кинезиотерпии, после микродискэктомии, наилучшее время начала реабилитации до сих пор неизвестно, однако большинство программ начинается через 4-6 недель после операции [168].

E. Uysal с соавт. (2023) обследовали 204 пациентов, перенесших операцию по поводу грыжи межпозвонкового диска в поясничном отделе позвоночника,

которые были рандомизированы на пять групп: группа без физических упражнений, группа ходьбы в течение второй недели, группа ходьбы в течение первого месяца, группа с выполнением упражнений для поясницы в течение второй недели, группа с выполнением упражнений в течение первого месяца. Показатели ВАШ и опросника Освестри в группе без упражнений были значительно выше, чем в других группах ($p < 0,001$). По мнению авторов, оптимальным является раннее начало занятий, но даже если начать их позже, всё равно стандартные упражнения для спины могут ускорить реабилитацию. Регулярные физические упражнения настоятельно рекомендуются для долгосрочного облегчения боли, а также для скорейшего восстановления после операции, что крайне важно для поддержания высокого качества жизни и предотвращения потери трудоспособности [212].

Вместе с тем ряд авторов отмечает, что ранняя реабилитация пациентов после дискэктомии по поводу грыжи диска поясничного отдела позвоночника с признаками сдавления соответствующих нервных корешков, подтвержденной магнитно-резонансной томографией, с применением лечебной физкультуры в течение 6–8 недель не оказалась ни более эффективной, ни более экономически выгодной, чем ее отсутствие [89].

T. Oosterhuis с соавт. (2014) проведен систематический обзор методов реабилитации после операции на межпозвонковом диске поясничного отдела, по данным 22 рандомизированных контролируемых исследований, включивших данные 2503 пациентов [169], средняя продолжительность реабилитационного вмешательства составила 12 недель, оценивались программы упражнений продолжительностью от 6 до 8 или от 12 до 13 недель. Реабилитационные программы реализовывались на базе учреждений первичного и вторичного звеньев медико-санитарной помощи. Сроки начала восстановительного лечения варьировались: непосредственно в раннем послеоперационном периоде ($n = 4$), через 4–6 недель ($n = 16$) или через 12 месяцев после хирургического вмешательства ($n = 2$). Статистически значимых различий в эффективности специализированных протоколов реабилитации (мультидисциплинарная помощь, когнитивно-поведенческая терапия, силовые упражнения и стретчинг), начатых в

период через 4–6 недель после операции, и контрольных программ, основанных на стандартных комплексах физических упражнений, выявлено не было. Физиотерапия в течение четырех-шести недель после операции приводила к лучшей функции, чем отсутствие лечения или только обучение; а многопрофильная реабилитация, координируемая медицинскими консультантами, приводила к более быстрому возвращению к работе, чем обычный уход; упражнения более эффективны для функционального статуса, чем отсутствие лечения боли при краткосрочном наблюдении. Программы упражнений высокой интенсивности более эффективны, чем программы упражнений низкой интенсивности в отношении боли в краткосрочной перспективе, не установлено существенных различий между контролируемыми и домашними программами упражнений для краткосрочного облегчения боли или функционального статуса, однако ни для одного исследования не было выявлено доказательств высокого или среднего качества [169]. Ни в одном из исследований не сообщалось о том, что упражнения повышают частоту повторных операций [169], что согласуется с исследованием 223 пациентов, которым была выполнена первая корригирующая операция по поводу грыжи межпозвоночного диска в поясничном отделе позвоночника, из которых 124 человека регулярно участвовали в 6-месячной программе послеоперационной физиотерапии и реабилитации, по сравнению с группой контроля (n=99), где продемонстрировано, что соблюдение программы послеоперационной реабилитации после одноуровневой поясничной микродискэктомии не только не повышает частоту повторных операций, но и является одним из факторов профилактики рецидива грыжи диска в раннем послеоперационном периоде [74].

Систематический обзор 45 исследований (3036 участников), оценивающий эффективность реабилитации после хирургических вмешательств по поводу грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела (41 исследование), стеноза позвоночного канала (1 исследование) и спондилолистеза (3 исследования), продемонстрировал, что при грыже межпозвонкового диска контролируемые упражнения эффективнее неконтролируемых для уменьшения боли и улучшения

функции в краткосрочной перспективе, однако через 3 и 6 месяцев после вмешательства контролируемые упражнения эквивалентны отсутствию лечения в рассматриваемых аспектах [170].

Отмечено, что послеоперационная физическая нагрузка может повысить эффективность реабилитации, а ранние функциональные упражнения пассивной и вегетативной активности могут улучшить качество жизни пациентов с грыжей межпозвонкового диска в послеоперационном периоде [222]. Установлено преимущество тренировки поясничной кинетической цепи по сравнению со стандартными комплексами упражнений для паравертебральной мускулатуры в послеоперационном периоде после чрескожной эндоскопической дискэктомии поясничного отдела [98]. В исследовании с участием 21 пациента, перенесшего микродискэктомию на поясничном уровне, оценивалась эффективность мануальной реабилитации (8 сеансов по 30 минут 2 раза в неделю в течение 4 недель, начало через 2–3 недели после вмешательства). В основной группе (n = 14) по сравнению с контрольной (n = 7) были отмечены статистически значимая регрессия болевого синдрома и более выраженное восстановление функциональной активности [138].

В работе В. С. Прокоповича и соавт. (2021) представлен анализ результатов наблюдения за 90 пациентами с ДПКР на уровне L5 или S1, перенесшими микродискэктомию в связи с резистентностью пациентов к консервативной терапии. «Половине пациентов (n=45) проводили стандартную реабилитацию в течение 2–3 дней, остальным 45 пациентам проводили более длительную (10–14 дней) реабилитацию, которая включала в себя лечебные упражнения (кинезитерапию) под контролем врача» [34], пациентов также обучали избегать чрезмерных физических и статических нагрузок, способных вызвать повторные обострения. Длительность заболевания до операции составила в среднем 6±3 недели. После микродискэктомии на десятые сутки зафиксированы выраженная регрессия болевого синдрома до 4 баллов по ВАШ и восстановление функциональной активности до 10 баллов по опроснику Роланда–Морриса. Через 6 месяцев наблюдения интенсивность боли по ВАШ составила 2 балла в группе

кинезитерапии и 3 балла в контрольной группе. Показатели жизнедеятельности по шкале Роланда–Морриса достигли 5 и 8 баллов соответственно. Повторные операции потребовались 4% пациентов в группе без кинезитерапии и 2% в группе с кинезитерапией, авторами сделан вывод, что кинезитерапия может улучшить функциональное восстановление пациентов после поясничной микродискэктомии [34].

По данным ряда авторов, при реабилитации пациентов с нарушениями ходьбы, обусловленными моторными нарушениями, для восстановления паттерна шага, увеличения скорости передвижения и проходимого расстояния необходимо включать специфичные повторяющиеся упражнения, которые должны быть безопасны для пациента и соответствовать его функциональным возможностям [57, 65].

Согласно результатам исследований, функциональная электрическая стимуляция разгибателей стопы с использованием импульсов низкой частоты способствует значительному улучшению моторной функции мышц и нормализации ходьбы у пациентов с неврологическим дефицитом посредством активации нервно-мышечного аппарата. У пациентов в ходе лечения наблюдаются улучшение скорости и качества ходьбы, повышение функционального статуса, снижение энергетических затрат при ходьбе и активация механизмов нейропластичности [48, 56].

Согласно рекомендациям Т.А. Кантур и соавт. (2023), при выборе метода электростимуляции в нейрореабилитации предпочтение следует отдавать методам активной и пассивно-активной функциональной электрической стимуляции, которые обеспечивают активное участие пациента и более эффективны для восстановления функции, чем пассивные методы [56]. Эффективность функциональной электрической стимуляции для лечения пареза разгибателей стопы после инсульта подтверждается результатами систематического обзора, включившего 30 рандомизированных контролируемых исследований с участием более 1500 пациентов, которые продемонстрировали значительное улучшение

скорости ходьбы, проходимого расстояния, функционального статуса и снижение риска падений [177].

Отмечена вариабельность восстановления после микродискэктомии по поводу поясничной радикулопатии после применения послеоперационной физиотерапии [215]. По данным S. Rooker et al. (2025), через 52 недели после поясничной микродискэктомии и проведения послеоперационной физиотерапии по поводу поясничной радикулопатии примерно две трети пациентов вернулись к своей прежней работе, а некоторые перешли на другие должности. Авторы отмечают, что ключевую роль в определении сроков такого возвращения играют профессиональные и личные факторы, понимание которых в клинической практике может помочь специалистам формировать ожидания пациентов и способствовать своевременному возвращению к работе [206].

В случаях рефрактерной боли в специализированных центрах можно рассмотреть возможность проведения эпидурального адгезиолизиса и стимуляции спинного мозга [137]. Нейростимуляция спинного мозга показана пациентам с хроническим течением ДПКР при резистентности к комплексному консервативному и хирургическому лечению, включая микродискэктомию [9, 94, 205].

Несмотря на отсутствие стандартизированной программы реабилитации, пациентам полезна когнитивно-поведенческая терапия, начинающаяся сразу после операции и включающая психологические методики, обучение пациентов и постепенное расширение двигательной активности [168].

Обучение нейробиологии боли – это биопсихосоциальный подход, направленный на снижение значимости угрозы боли путем повышения знаний пациента и переосмысления убеждений в отношении переживания боли. Рассмотрены клинические перспективы применения периоперационных образовательных программ по нейробиологии боли (Pain Neuroscience Education), адаптированных для пациентов после хирургического лечения поясничной радикулопатии. Данные программы направлены на формирование адекватных стратегий в отношении послеоперационного болевого синдрома [58]. Установлено,

что периоперационное обучение нейрофизиологии боли характеризуется более высокой клинико-экономической эффективностью по сравнению со стандартным биомедицинским информированием [92]. Интеграция нейробиологического обучения в протоколы послеоперационной реабилитации способствует значительному восстановлению функциональной активности и снижению уровня кинезиофобии. При этом в краткосрочной перспективе не было выявлено статистически значимого влияния этих программ на интенсивность боли и продолжительность госпитализации [161].

1.8. Возможности применения методов периферической магнитной стимуляции

Периферическая нервная система реагирует на терапию магнитным полем снижением чувствительности рецепторов, что обусловливает обезболивающий эффект и улучшает функцию проводимости, способствует восстановлению травмированных периферических нервных окончаний за счет улучшения роста аксонов, их миелинизации и торможения развития в них соединительной ткани [6, 61, 97].

Ритмическая периферическая магнитная стимуляция (рПМС) представляет собой неинвазивную, высококомплаентную методику, основанную на безболезненном воздействии высокоинтенсивного импульсного магнитного поля. Терапевтический потенциал метода обусловлен способностью высокоинтенсивных электромагнитных импульсов глубоко проникать в нервные структуры, что запускает процессы нейромодуляции болевого синдрома, механизмы которых в настоящее время продолжают изучаться [101, 102].

Результаты существующих исследований подтверждают эффективность рПМС при различных болевых фенотипах, связанных с патологией опорно-двигательного аппарата [70, 173], а также при посттравматических нейропатиях, вызванных повреждением спинного мозга или аксональной дегенерацией [121].

На основании систематического обзора 24 исследований Л. Д. Болье и соавторы (2025) характеризуют ритмическую периферическую магнитную стимуляцию (рПМС) спинномозговых корешков, периферических нервов и мышечных структур как перспективную терапевтическую технологию. В отличие от электростимуляции рПМС обеспечивает активацию глубоко расположенных проводящих структур, вызывает выраженные мышечные сокращения и вовлечение проприоцептивной афферентации при минимальном задействовании кожных рецепторов. Эти особенности обусловливают специфическое модулирующее воздействие на механизмы нейропластичности, определяющие регрессию болевого синдрома и восстановление двигательной функции при патологиях опорно-двигательного аппарата и неврологических заболеваниях [70].

Периферический доступ подразумевает расположение индуктора как паравертебрально или сегментарно, так и локально на мышцы конечностей, при рПМС корешковая система и внутримышечные аксоны выступают в качестве проводников электрического тока для стимуляции глубоколежащих структур, таких как спинномозговые корешки, более предпочтительно применение кольцевого индуктора [33]. Методология рПМС основана на следующих параметрах: стимул (дискретное воздействие на нервные структуры); интенсивность (процентное отношение к порогу вызванного моторного ответа, ВМО); пачка или трейн (серия стимулов с заданным интервалом); частота (Гц); пауза (интервал между трейнами) и сессия (общая продолжительность процедуры). В зависимости от частотных характеристик выделяют низкочастотную (≤1 Гц) и высокочастотную (5–25 Гц) стимуляцию. Терапевтический курс включает в себя фиксированное количество сеансов с различными интервалами [33].

С целью определения порогов возбудимости двигательной корешковой системы и терминальных аксональных ветвей при рТМС было проведено сравнительное исследование на 34 здоровых добровольцах с использованием магнитного стимулятора Magstim 200 (Великобритания) и электромиографической системы "Нейрософт" (Россия). В оценке использовались моторный порог (порог мышечного сокращения), субъективный порог и корешковый порог (порог

активации корешка), по данным ВМО. Различия между порогами активации терминальных внутримышечных ветвей и корешковой системы были статистически значимые. При этом значимых половых различий и асимметрии показателей между правой и левой конечностями выявлено не было. Полученные данные обосновывают необходимость персонализированного подбора интенсивности магнитного воздействия при разработке клинических алгоритмов рПМС [44].

Y. Diao с соавт. (2023) провели метаанализ влияния рПМС на интенсивность боли, функциональную подвижность и кинезиофобию у лиц с болью в пояснице. Из 733 найденных исследований в метаанализ были включены 6 рандомизированных контролируемых исследований (n = 139). По сравнению с имитацией рПМС или другой терапией рПМС показала значительную эффективность в снижении интенсивности боли, а также в отношении функциональных нарушений, однако статистически значимых различий между группами по шкале кинезиофобии Тампа не отмечалось [93].

Y. H. Lim с соавт. (2018) провели исследование влияния терапии рПМС по сравнению с ее имитацией на уменьшение боли и функциональное восстановление 26 пациентов с острой болью в пояснице. Участникам было проведено 10 сеансов терапии. Оценка по ВАШ проводилась до и после каждого сеанса. Для оценки функционального восстановления на исходном уровне и после 5-го и 10-го сеансов использовались индекс инвалидности Освестри и опросник Роланда-Морриса. Авторами отмечено, что применение рПМС показало значительное уменьшение боли сразу после каждого сеанса, кроме того, после 5 и 10 сеансов рПМС отмечено значительное улучшение функций по сравнению с группой имитации рПМС, то есть терапия рПМС оказывает немедленное действие на уменьшение боли и демонстрирует устойчивый эффект облегчения боли у пациентов с острой болью в пояснице по сравнению с ее имитацией [95].

В рандомизированном исследовании С. Э. Савулеску (2021) с участием 41 пациента проводилось сравнение эффективности рПМС в режиме монотерапии и в составе комплексного лечения (сочетание рПМС с физиотерапией и

кинезиотерапией). Курс лечения в обеих группах включал 10 сеансов в течение двух недель, оценка клинического состояния проводилась исходно и по завершении терапевтического цикла. Процедура рПМС проводилась на аппарате MagVenture MagPro R100 с использованием эллиптического индуктора Racetrack RT-120 (90×200×26 мм), зафиксированного поперечно в поясничной области. Протокол стимуляции предполагал воздействие 200 сериями по 5 импульсов (частота 10 Гц) с интервалом между сериями 5 секунд. Магнитное поле напряжённостью около 50–60% вызывало лёгкое безболезненное сокращение поясничных паравертебральных мышц. Все испытуемые прошли 10 сеансов рПМС продолжительностью 15 минут каждый. В группе монотерапии рПМС зафиксирована статистически значимая положительная динамика электромиографических показателей, проявившаяся в увеличении числа фаз ПДЕ и оптимизации паттерна рекрутирования при максимальном произвольном сокращении. Кроме того, выявлены достоверные различия в интенсивности болевого синдрома по ВАШ. В группе, получавшей терапию рПМС в сочетании с процедурами физиотерапии и кинезиотерапии, также была зарегистрирована статистически значимая разница в динамике параметров ЭМГ с более высокой степенью полифазности ПДЕ и улучшенными характеристиками паттерна рекрутирования при максимальном сокращении, а также статистически значимые различия в динамике оценки боли по ВАШ. Сравнивая динамику двух групп, статистически значимое улучшение, с точки зрения оценки боли и параметров ЭМГ, было выявлено в обеих. Оценка ВАШ снизилась на 74% в группе рПМС и на 76% в группе комбинированной терапии, данные шкалы невропатической боли PainDETECT – на 46 и 53% соответственно, что позволило авторам утверждать, что рПМС может успешно использоваться в качестве монотерапии для лечения поясничной радикулопатии. Примечательно, что с точки зрения активности регенерации нервов, выраженной через оценку морфологии ПДЕ, гораздо более значительное восстановление было достигнуто в группе комбинированной терапии по сравнению с монотерапией рПМС (увеличение на 45,4 и 76,8% соответственно) [174]. Механизм, благодаря которому ПДЕ становятся более полифазными (ПДЕ с

более чем четырьмя фазами называются полифазными) по сравнению с исходным уровнем, до сих пор неясен. Всё больше данных свидетельствует о том, что объяснением могут служить биологические явления, такие как реиннервация нервов или прорастание нервных волокон [79, 128]. Нейробиологические исследования показали, что поврежденные нервы обладают способностью аксональной регенерации с чрезвычайно низкой скоростью 1 мм/день. При такой скорости регенерации достижение реиннервации должно занять месяцы или годы [191, 145], в связи с чем оценка отдаленных результатов рПМС примерно через 3-4 месяца была бы полезна для анализа влияния мощных электромагнитных полей на регенерацию нерва. Существует также теория регенерации периферических нервов посредством коллатерального прорастания дистальных нервных волокон, чему способствуют методы кинезиотерапии, которые хорошо известны своим восстанавливающим и биостимулирующим действием [163]. Авторы указывают на необходимость проведения дальнейших исследований, посвященных влиянию магнитных полей на потенциал регенерации нервов [174].

Российские ученые также исследовали возможности применения метода рПМС при пояснично-крестцовой радикулопатии. В открытом нерандомизированном исследовании с участием 40 пациентов с ДПКР была проведена сравнительная оценка эффективности стандартной терапии в сочетании с рПМС и изолированного традиционного лечения. По завершении терапевтического курса в обеих группах была зафиксирована достоверная положительная динамика в виде уменьшения болевого синдрома и восстановления функционального статуса. В группе адъювантной рПМС снижение интенсивности боли по ВАШ на 50 % от исходного уровня было достигнуто у 70 % пациентов после 10 сеансов, а у 30 % больных — после 15 сеансов. Процедуры проводились на магнитном стимуляторе MagPro (Magventure, Дания) со следующими параметрами: частота — 1 Гц, 100 импульсов в трейне, интервал между трейнами — 5 с, общее количество стимулов за сеанс — 1500, продолжительность процедуры — 25 мин. Продолжительность курса рПМС (10 или 15 сеансов) определялась достижением 50% снижения интенсивности боли по ВАШ относительно исходных

значений. Авторами установлено, что по завершении лечения статистически значимых межгрупповых различий ($p > 0,05$) в показателях интенсивности болевого синдрома, функционального статуса и уровня тревожности выявлено не было [23].

Результаты исследований отечественных авторов демонстрируют терапевтическую эффективность рПМС в рамках комплексной реабилитации пациентов с ДПКР в раннем послеоперационном периоде [7, 39].

Анализ литературы, представленный Д. Б. Кульчицкой и соавторами (2024) и охватывающий двадцатилетний опыт применения рПМС в физиотерапии, подтверждает клиническую эффективность данной методики при широком спектре нозологических форм [32].

Таким образом, имеющиеся данные литературы подтверждают эффективность рПМС в качестве монотерапии при лечении поясничной радикулопатии, однако предпочтительнее использовать её в сочетании с комплексной программой физической реабилитации.

В связи с вышеизложенным обоснованы разработка и внедрение мультимодального алгоритма реабилитации пациентов с ДПКР в раннем послеоперационном периоде. Данный подход предполагает интеграцию методов кинезиотерапии (изометрического и изокинетического тренинга) с электростимуляцией индикаторных мышц нижних конечностей и рПМС соответствующего спинномозгового корешка. Протокол включает динамический мониторинг эффективности, который, наряду с оценкой интенсивности боли и функционального состояния, предусматривает объективизацию мышечной силы методом аппаратной динамометрии в краткосрочной и долгосрочной перспективах.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Дизайн исследования

Проведено проспективное, когортное, продольное, сравнительное исследование, направленное на оценку эффективности и безопасности разработанного протокола реабилитации пациентов с ДПКР, перенесших микродискэктомию. Дизайн исследования разработан в строгом соответствии с международными стандартами CONSORT для нефармакологических вмешательств [72] и принципами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice, GCP).

Исследование проведено на базе кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России, а также реабилитационного центра ООО «Эскулап» г. Ставрополя. Получено одобрение этического комитета ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России (протокол №97 от 15.04.2021 г.).

Дизайн исследования включал три этапа. На первом этапе проводилась клинико-диагностическая оценка клинико-неврологических, нейрофизиологических и динамометрических параметров пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией вследствие грыжи межпозвонкового диска на пояснично-крестцовом уровне после микродискэктомии.

На втором этапе был разработан и применен метод послеоперационной реабилитации данных пациентов при помощи комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляции пораженного нервного корешка с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров.

Третий этап включал оценку эффективности и безопасности разработанного метода реабилитации (рисунок 1).

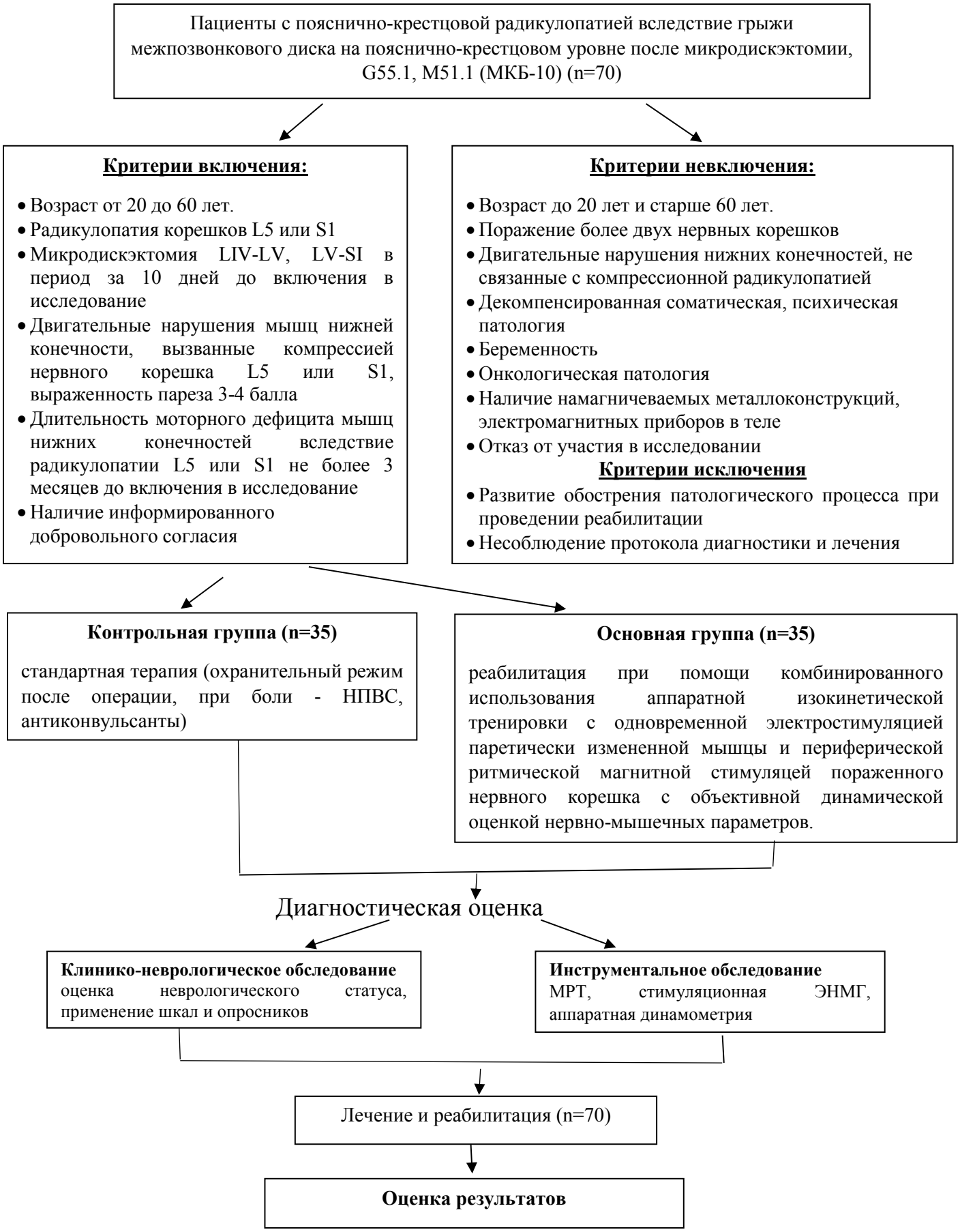


Рисунок 1 - Дизайн исследования

2.2. Общая характеристика участников исследования

Клиническое исследование проводилось с 2021 по 2023 г., в нем приняли участие 70 пациентов, 34 (48,6%) мужчины и 36 (51,4%) женщин в возрасте 20-60 лет, средний возраст 42,80±10,97 года, после микродискэктомии по поводу грыжи межпозвонкового диска LIV-LV или LV-S1, осложненной компрессионной радикулопатией L5 или S1 корешков соответственно со слабостью индикаторных мышц.

Критерии включения в исследование:

- возраст от 20 до 60 лет;
- радикулопатия корешков L5 или S1 (рубрификация по МКБ-10 G55.1, M51.1);
- микродискэктомия LIV-LV или LV-SI в период за 10 дней до включения в исследование;
- двигательные нарушения мышц нижней конечности (стопы), вызванные компрессией нервного корешка L5 или S1, выраженность пареза 3-4 балла;
- длительность моторного дефицита мышц нижних конечностей вследствие радикулопатии L5 или S1 не более 3 месяцев до включения в исследование;
- наличие информированного добровольного согласия.

Критерии невключения в исследование:

- возраст до 20 лет и старше 60 лет;
- поражение более одного нервного корешка;
- двигательные нарушения нижних конечностей, не связанные с радикулопатией;
- декомпенсированная соматическая, психическая патология;
- беременность;
- онкологическая патология;

- наличие намагничеваемых металлоконструкций, электромагнитных приборов в теле (кардиостимуляторов, нейростимуляторов, помп для дозированной гормонотерапии и др.);
- отказ от участия в исследовании.

Критерии исключения из исследования:

- развитие обострения патологического процесса при проведении реабилитации;
- несоблюдение протокола диагностики и лечения.

Кроме того, для оценки функций применялась международная классификация функционирования (МКФ) с выбором следующих доменов: b7300.x - сила изолированных мышц и мышечных групп (функции, связанные с силой сокращения определенных и изолированных мышц и мышечных групп. Включено: нарушения, такие как слабость мелких мышц стоп и рук), а также b2803.x - иррадиирующая боль в дерматоме (неприятное ощущение, указывающее на потенциальное или действительное повреждение какой-либо структуры тела, локализованное в участках кожи, иннервируемых одним и тем же нервным корешком), где x=0 соответствовало норме, отсутствию нарушений (0–4%), x=1 – легким нарушениям исследуемой функции (5–24%), x=2 – умеренным нарушениям (25–49%), x=3 – тяжелым нарушениям (50–95%), x=4 – абсолютным нарушениям изучаемой функции (96–100%), x=8 – невозможно определить, x=9 – невозможно применить.

Методом рандомизации пациенты были распределены на две группы. В контрольную группу вошли 35 человек (17 мужчин и 18 женщин; средний возраст — 41,66 ± 11,67 года), получавших стандартное послеоперационное лечение. Протокол ведения включал соблюдение лечебно-охранительного режима и фармакотерапию по показаниям, в частности, назначение нестероидных противовоспалительных средств (НПВС), противосудорожных препаратов при выявлении нейропатического компонента болевого синдрома, миорелаксантов центрального действия при наличии болезненного мышечного спазма. Основную группу составили 35 больных: 17 мужчин, 18 женщин, средний возраст 46,11±9,64

года, которым в раннем послеоперационном периоде микродискэтомии по поводу грыжи межпозвонкового диска LIV-LV или LV-S1, осложнённой компрессионной радикулопатией L5 или S1 корешка соответственно, проводилась разработанная методика реабилитации при помощи 10 сеансов комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляции пораженного нервного корешка с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров. Половозрастной состав пациентов обследуемых групп представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав пациентов по полу и возрасту

Возраст (лет)	Обследуемая группа, пол (абс.,%)			
	основная (n=35)		контрольная (n=35)	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
20-30	2 (5,7)	1 (2,8)	1 (2,8)	5 (14,3)
31-40	4 (11,4)	2 (5,7)	8 (22,9)	4 (11,4)
41-50	6 (17,2)	6 (17,2)	5 (14,3)	5 (14,3)
51-60	5 (14,3)	9 (25,7)	3 (8,6)	4 (11,4)
Всего	17 (48,6)	18 (51,4)	17 (48,6)	18 (51,4)

Примечание: абс. – абсолютное число, % - доля обследованных

Гендерный состав групп был сопоставим: в обеих когортах наблюдалось незначительное преобладание лиц женского пола, доля которых составила 51,4%. Превалировали пациенты молодого, трудоспособного возраста, что говорит не только о серьезной медицинской, но и социально-экономической значимости изучаемой проблемы.

Заинтересованность нервного корешка обследованных пациентов вследствие грыжи диска LIV-LV и LV-SI соответственно представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Поражение нервных корешков

Характеристика болевого синдрома	Группа обследования		P
	основная	контрольная	
Радикулопатия L5 (абс., %)	17 (48,6)	17 (48,6)	>0,05
Радикулопатия S1 (абс., %)	18 (51,4)	18 (51,4)	>0,05

Примечание: для сравнения величин использован t-критерий Стьюдента. Различия статистически значимы при p <0,05; абс. – абсолютное число, % - доля обследованных

Интенсивность болевого синдрома исходно по ЧРШ составила 5,63±2,12 балла в основной группе, 4,89±1,92 – в контрольной (p > 0,05).

Сравниваемые группы были сопоставимы по гендерно-возрастным характеристикам, уровню поражения спинномозгового корешка и исходной интенсивности болевого синдрома. Отсутствие статистически значимых межгрупповых различий по этим параметрам обеспечило репрезентативность выборки и обоснованность последующего сравнительного анализа.

Оперативное лечение проводилось врачом-нейрохирургом с учетом имеющихся показаний в условиях нейрохирургического отделения многопрофильного стационара за 10 дней до момента включения в исследование в объеме микродискэкомии по поводу грыжи межпозвонкового диска LIV-LV или LV-SI, осложненной компрессионной радикулопатией L5 или S1 корешка соответственно, по стандартной методике. Реабилитация пациентов с применением разработанного способа реабилитации осуществлялась в условиях реабилитационного центра ООО «Эскулап» г. Ставрополя. Динамическая оценка и анализ полученных данных проводились на базе кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России, а также в условиях реабилитационного центра ООО «Эскулап» г. Ставрополя.

2.3. Характеристика методов исследования

2.3.1. Общеклиническое обследование

Комплексное обследование пациентов включало: анализ жалоб, сбор анамнеза, оценку неврологического дефицита, проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ), стимуляционной электронейромиографии (ЭНМГ), аппаратной изокинетической динамометрии (ИзКнДм). Применялись следующие шкалы и опросники: для оценки интенсивности болевого синдрома использовали числовую рейтинговую шкалу (ЧРШ), для выявления невропатического характера болевого синдрома – опросник невропатической боли DN-4, для анализа влияния боли в пояснице на функционирование использовали опросник Освестри. Для оценки качества жизни использовали опросник SF-36. Применяемые методы обследования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Методы обследования

Методы обследования	Количество обследованных пациентов	
	Основная (абс., %)	Контрольная (абс., %)
Клинические (неврологический, нейроортопедический осмотр)	35 (100)	35 (100)
ЧРШ	35 (100)	35 (100)
DN-4	35 (100)	35 (100)
Магнитно-резонансная томография	35 (100)	35 (100)
Стимуляционная электронейромиография	35 (100)	35 (100)
Аппаратная динамометрия	35 (100)	35 (100)
Опросник Освестри	35 (100)	35 (100)
Опросник оценки качества жизни SF-36	35 (100)	35 (100)

Примечание: абс. – абсолютное число, % - доля обследованных

При опросе пациентов, анализируя жалобы и анамнез заболевания, был применен краткий опросник для выявления признаков «специфических» причин патологии [9]: возраст - старше 50 лет, пациенты моложе 18 лет в исследовании не участвовали, данный факт являлся критерием невключения в исследование.

Уточняли характер и локализацию боли с исключением постоянно прогрессирующей боли, которая не облегчается в покое; боли в грудной клетке; локализации боли в промежности, прямой кишке, животе, влагалище; связь боли с дефекацией, мочеиспусканием, половым актом. Оценивая анамнез заболевания, были исключены: наличие недавней травмы спины; наличие злокачественного новообразования; длительное использование глюкокортикостероидов; иммунодепрессивное состояние; наркомания; ВИЧ-инфекция; необъяснимая потеря веса; периодически возникающее плохое самочувствие. Проводился общесоматический осмотр по общепринятым стандартам, направленный на исключение специфического заболевания (травма, опухоль, инфекционное или иное заболевание), которое может проявляться болью в спине.

Оценка неврологического статуса проводилась по стандартной методике [42, 47] с анализом нейроортопедических проявлений. При осмотре области спины оценивали наличие или отсутствие сколиоза, при осмотре сбоку отмечали усиление или уменьшение физиологического лордоза в поясничном отделе позвоночника или кифоза. Проводилась пальпация остистых и поперечных отростков поясничных позвонков, мест прикрепления мышц и сухожилий к костным выступам, проекции грушевидных мышц, крестцово-подвздошных сочленений с двух сторон. Для исключения контрактур и анатомических аномалий проводилась оценка амплитуды активных и пассивных движений в суставах. Оценивали объем движений в поясничном отделе позвоночника при наклонах во все стороны, при наклоне вперед – возможность достать руками до пола, если это не вызывает боли. Оценивали походку, кроме того, предлагали пациенту постоять на носках, затем на пятках.

Проводилась оценка трофического состояния и симметричности мышечных групп нижних конечностей. Для объективизации гипотрофии проводилась сравнительная антропометрия: измерение окружности голеней в средней трети (в сантиметрах) с помощью стандартной измерительной ленты.

Оценка мышечного тонуса проводилась путем анализа сопротивления, возникающего при пассивном растяжении мышцы в процессе выполнения

движений в соответствующем суставе. Состояние тонуса классифицировалось как нормотония, гипертония или гипотония.

Для оценки мышечной силы отдельных мышц и групп мышц использовали шестибалльную шкалу – от 0 до 5 баллов. Проводилась сравнительная оценка пораженной и здоровой сторон. Баллом 5 оценивали отсутствие пареза (нормальная мышечная сила), парез считали легким при соответствии силы 4 баллам (активные движения не ограничены, но отмечается снижение адаптации к максимальному сопротивлению, дефицит сократительной способности не превышает 25% от здоровой стороны, сопротивление при противодействии), умеренным – 3 баллам (сопротивление вопреки силе тяжести, но не противодействие), выраженным – 2 баллам (возможны активные движения, но в горизонтальной плоскости, и сила мышцы не превышает 25% от силы мышцы здоровой стороны, сопротивление ограничено силой тяжести), грубым – 1 баллу (минимальное движение, значительный дефицит мышечной функции – больше 90% и невозможность преодоления гравитации), отсутствие движений (паралич) – 0 баллов [3, 214]. Оценивали тыльное сгибание стопы, подошвенное сгибание стопы и первого пальца с целью выявления компрессионной радикулопатии корешков L5 или S1 [46].

По стандартной методике с использованием неврологического молоточка проводилась оценка сухожильно-мышечных рефлексов. Анализировались интенсивность и симметричность рефлекторных ответов с верхних и нижних конечностей; в частности, с ног исследовались коленные и ахилловы рефлексы. Состояние рефлекторной сферы классифицировалось как норморефлексия, гипорефлексия или арефлексия [22, 42].

Исследование болевой чувствительности проводилось методом дозированной колющей стимуляции при помощи сенсорной иглы. Тестирование проводилось с исключением зрительного контроля (с закрытыми глазами пациента) путем чередования стимуляции острием и закругленным концом специальной сенсорной иглы. Пациент вербально определял характер каждого стимула как острый или тупой. Оценка проводилась на симметричных участках

тела в соответствии с дерматомной (сегментарной) иннервацией. В ходе исследования были определены границы зон гипестезии или анестезии на основании субъективных ощущений испытуемого. При поражении корешка S1 чувствительные нарушения наблюдались по задней поверхности голени от средней трети и наружной поверхности стопы. Чувствительные изменения, соответствующие иннервации корешка L5, локализовались по переднелатеральной поверхности голени, на медиальной поверхности стопы с переходом на тыл до проекции 3 плюсневой кости. В отличие от схемы дерматомов K. Hansen, H. Schliack [46] в карте ASIA (American Spinal Injury Association) предложена локальная оценка чувствительных нарушений, наиболее значимо характеризующая изменения в дерматоме. Так, дерматому L5 соответствует область в проекции 1-го межпальцевого промежутка тыльной поверхности стопы, дерматому S1 – зона латеральной поверхности пяточной области [124].

Количественная оценка интенсивности болевого синдрома проводилась с использованием 11-балльной числовой рейтинговой шкалы (ЧРШ) [221], где 0 баллов соответствовал отсутствию болевых ощущений, а 10 баллов — максимально выраженной («невыносимой») боли. В ходе обследования пациенты субъективно оценивали текущий уровень болевых ощущений, выбирая соответствующее числовое значение (рисунок 2).

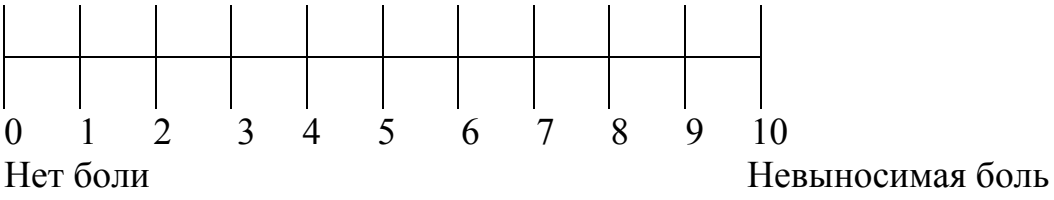


Рисунок 2. Числовая рейтинговая шкала

Интерпретацию результатов проводили следующим образом: 0 баллов – нет болевых ощущений, 1-3 балла – легкие болевые ощущения, 4-6 баллов – умеренные болевые ощущения, 7-9 баллов – выраженные болевые ощущения, 10 – нестерпимые болевые ощущения [190].

Симметрично оценивали симптомы натяжения нервных корешков: симптом Ласега – появление или значительное усиление боли при подъеме прямой ноги под углом от 30° до 70° у лежащего на спине пациента, а затем ее исчезновение или уменьшение при сгибании ноги в коленном суставе, усиление боли при тыльном сгибании стопы (симптом Брагарда), а также при пассивном сгибании «здоровой» ноги (перекрестный симптом Ласега). Симптом Вассермана – появление боли по передней поверхности бедра при подъеме вверх выпрямленной ноги у больного, лежащего на животе. Симптом Мацкевича – появление боли по передней поверхности бедра при сгибании голени у больного, лежащего на животе. Для дифференциальной диагностики с подгрушевидной невропатией седалищного нерва проводился тест Бонне-Бобровниковой – воспроизведение боли при пассивном приведении бедра с одновременной ротацией его внутрь у пациента, лежащего на спине, для дифференциальной диагностики с коксартрозом – исследование симптома Патрика (ограничение и болезненность в проекции крестцово-подвздошного сочленения при пассивной ротации кнаружи бедра согнутой в коленном и тазобедренном суставах ноги, когда пятка касается области коленного сустава другой выпрямленной ноги).

«В исследовании использовали диагностический опросник невропатической боли (НБ) DN4 для оценки наличия и выраженности невропатического компонента болевого синдрома» [80]. Опросник состоит из двух блоков: первый блок из 7 вопросов заполняется на основании опроса пациента, второй блок из 3 вопросов – на основании клинического осмотра. Первый блок позволяет оценить позитивные сенсорные симптомы. Второй диагностический блок направлен на выявление аллодинии и негативной сенсорной симптоматики. Суммарный показатель, превышающий пороговое значение в 4 балла, указывает на высокую вероятность наличия НБ. Диагностическая ценность опросника DN4 подтверждена высокой точностью выявления НБ (86 %), а также показателями чувствительности (82,9 %) и специфичности (89,9 %) [18, 80] (приложение А).

Для оценки влияния боли в спине и/или в ноге на повседневную жизнь пациента был применен опросник Освестри [1, 52, 200]. Десять разделов опросника

содержат по 6 пунктов с описанием возможного состояния пациента. После заполнения опросника вычисляется балл, выраженный в процентах, характеризующий качество жизни пациента. Чем больше индекс, тем значительнее нарушена жизнедеятельность пациента (приложение Б).

Оценку качества жизни с определением физического и психологического компонентов здоровья проводили с помощью опросника SF-36 (SF-36 Health Status Survey), который относится к «неспецифическим опросникам для оценки качества жизни как по отдельному заболеванию, так и для конкретной возрастной группы» в отличие от опросника Освестри [41, 165, 184, 218, 219]. Перевод на русский язык и апробация методики были проведены Институтом клинико-фармакологических исследований (г. Санкт-Петербург), 36 пунктов опросника сгруппированы в восемь шкал: физическое функционирование, ролевая деятельность, телесная боль, общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование, эмоциональное состояние и психическое здоровье. Показатели каждой шкалы варьируют между 0 и 100 баллами. Шкалы формируют два показателя: душевное и физическое благополучие [218].

Интерпретация результатов осуществляется на основе балльной оценки по 8 шкалам, при этом более высокие значения коррелируют с более высоким уровнем качества жизни (КЖ). Количественному анализу подлежат следующие параметры: «физическое функционирование (PF), определяющее степень ограничения физической активности (самообслуживание, локомоция, подъем по лестнице, перемещение грузов); ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP), — влияние соматического статуса на повседневную ролевую деятельность; интенсивность боли (BP) и ее детерминирующее воздействие на повседневную активность; общее состояние здоровья (GH) — субъективная оценка текущего статуса и прогноза лечения; жизненная активность (VT) — уровень витальности и энергетического потенциала; социальное функционирование (SF) — степень ограничения социальной интеграции физическим или эмоциональным состоянием; ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE), — влияние психоэмоционального статуса на выполнение

профессиональной и повседневной деятельности; психическое здоровье (МН), характеризующее психологическое благополучие, наличие депрессивных и тревожных проявлений» [13].

«Анализируемые шкалы объединяются в два суммарных показателя: «физический компонент здоровья» (Physical Health — PH) и «психологический компонент здоровья» (Mental Health — МН). В структуру физического компонента входят шкалы физического и ролевого функционирования, интенсивности боли и общего состояния здоровья. Психологический компонент определяется показателями психического здоровья, ролевого эмоционального и социального функционирования, а также жизненной активности» [13].

2.3.2. Инструментальные методы обследования

Всем пациентам (n = 70; 100 %) была проведена магнитно-резонансная томография (МРТ) «в стационарных или амбулаторных условиях с использованием томографа Toshiba Excelart Vantage (напряжённость магнитного поля 1,5 Тл, градиентная система 30 мТл/м). Исследование проводилось по стандартным протоколам в режимах Т1- и Т2-взвешенных изображений (ВИ) в сагиттальной, аксиальной и коронарной проекциях» [14].

Проводилось изучение функционального состояния периферической нервной системы с помощью стимуляционной ЭНМГ. Использовался четырехканальный нейромиоанализатор – нейромиограф НВП-4 (производство «Нейрософт», Россия). Исследование проводилось в специализированном изолированном помещении при соблюдении постоянных условий для всей выборки пациентов: температурный режим 24–26 °С, фиксированное время суток. Для регистрации биоэлектрической активности использовались стандартные накожные твердогелевые электроды (5×10 мм) после предварительной дегенерации кожных покровов в местах наложения. Электроды накладывались по стандартной схеме «сухожилие-мышца»: референтный электрод (Р) располагался

дистально, активный электрод (А) – проксимально с фиксацией заземляющего электрода в области средней трети голени.

Всем пациентам симметрично на обеих нижних конечностях выполнялась стимуляционная ЭНМГ с оценкой моторного ответа и параметорв F-волны большеберцового нерва (n. tibialis) с мышцы, отводящей первый палец (m. abductor halluces), и малоберцового нерва (n. peroneus) с короткого разгибателя пальцев (m. extensor digitorum brevis) [21, 20].

Стимуляция осуществлялась биполярным электродом на колодке с фиксированным межэлектродным расстоянием прямоугольными импульсами длительностью 0,2 мс с интервалами не менее 3-4х секунд и частотой в 1 Гц. Сила тока увеличивалась до фиксирования максимальных значений моторного ответа. Биполярный электрод устанавливался с расположением катода (-) более дистально в проекции исследования нерва в стандартных точках. Для стимуляции малоберцового нерва использовались три точки: тыльная поверхность проксимального отдела стопы, за «головкой малоберцовой кости и в области подколенной ямки. Электростимуляция большеберцового нерва проводилась в двух стандартных точках: за медиальной лодыжкой и в проекции подколенной ямки» [20]. «В каждой точке стимуляции анализировались параметры М-ответа большеберцового и малоберцового нервов с последующей оценкой амплитудных характеристик и скорости распространения возбуждения (СРВ) по моторным волокнам. В качестве референтных значений амплитуды М-ответа использовались показатели не менее 3 мВ для малоберцового нерва и не менее 3,5 мВ для большеберцового нерва» [20, 127].

«Для расчета скорости распространения возбуждения использовалась формула: СРВм = S / L2 – L1, где S – расстояние между точками стимуляции в миллиметрах, L2 – латентность М-ответа при стимуляции на проксимальном уровне в миллисекундах, L1 – латентность при стимуляции на дистальном уровне в миллисекундах. За норму СРВм принимались значения не менее 40м/с для малоберцового и большеберцового нервов» [21, 127]. Осуществлялась регистрация не менее 20 f-волн, вызванных путем непрямой антидромной стимуляции

прямоугольными стимулами длительностью 0,2 мс, с частотой не чаще одного импульса в 1 с. Зоной стимуляции при исследовании F-волны для большеберцового и малоберцового нервов были дистальные точки для получения М-ответов [21].

После проведения стимуляционной ЭНМГ выполнялась сегментарная магнитная стимуляция для определения времени корешковой задержки (КЗ) и минимального порога вызванного моторного ответа (ВМО), под которым понималась минимальная интенсивность стимула (в процентах от максимальной мощности), определяющая возбуждение корешковых структур с регистрацией мышечного ответа амплитудой не менее 50 мкВ в серии из трех последовательных стимулов с межстимульным интервалом в 1 секунду. Оценка ВМО осуществлялась с обеих сторон: с m. extensor digitorum brevis (корешок L5) и с m. abductor hallucis (корешок S1) по стандартизированной методике [20, 21, 59, 149]. Корешковая система — это комплекс структур, включающих корешок, межпозвонковый нерв и нервное сплетение [21]. Полученные значения минимального порога ВМО соответствуют порогу возбуждения корешковой системы (ВКС).

Исследование проводилось с использованием бифазного магнитного стимулятора («Нейрософт», РФ) с максимальной индукцией 2 Тл, синхронизированного с электронейромиографом НВП-4. Процедура проводилась в положении пациента лежа на животе при условии полной мышечной релаксации; воздействие осуществлялось с помощью кольцевого индуктора диаметром 125 мм. Точки приложения индуктора определялись проекцией целевого нервного корешка: для стимуляции корешка L5 воздействие проводилось на уровне позвонков L3–L4 латеральнее остистых отростков на 3–5 см, для корешка S1 — в проекции задней верхней подвздошной ости на стороне поражения [21]. Зона стимуляции определялась по признаку уверенного получения ВМО при одиночной, последовательной стимуляции с увеличением стимула на 5% от начального значения, составляющего 30% от максимальной мощности стимула. При проведении исследования кольцевой индуктор (коил) жестко закреплялся на держателе, и положение его не менялось для исключения погрешности в исследовании, ток в катушке всегда имел краниальное направление.

Расчет КЗ производится по данным латентности М-ответа, минимальной латентности F-волны и параметров ВМО при сегментарной стимуляции по формуле: КЗ=ПЛ-ВМОсегм., где ПЛ – периферическая латентность, характеризующая время проведения возбуждения от мотонейрона до мышцы, а ВМОсегм. – время проведения возбуждения от наиболее дистальной части корешковой системы при сегментарной стимуляции. Периферическая латентность рассчитывается по формуле: ПЛ=(L_F+L_M-1)/2, где: L_F – это минимальная латентность F-волны, а L_M – это латентность М-ответа. Единица – это условное значение, характеризующее время возбуждения мотонейрона. За норму корешковой задержки при использовании кольцевого индуктора принимались значения в пределах 3,5 мс для корешка S1, и 4,0 мс – для корешка L5 [21], изучаемые параметры стимуляционной ЭНМГ и сегментарной магнитной стимуляции представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оцениваемые нейрофизиологические параметры

Параметры	Группа обследования, количество пациентов			
	L5 контроль (абс., %)	L5 основная (абс., %)	S1 контроль (абс., %)	S1 основная (абс., %)
Амплитуда М-ответа (мкВ)	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Резидуальная латентность М-ответа (мс)	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Латентность F-волны (мс)	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Минимальный порог ВМО (%)	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Корешковая задержка (мс)	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)

2.3.3. Аппаратная динамометрия

Для объективизации оценки мышечной силы, помимо использования 6-балльной шкалы, всем пациентам выполнялась аппаратная диагностическая динамометрия передней большеберцовой (m. tibialis anterior) и икроножной (m. gastrocnemius) мышц интактной, а затем пораженной конечности с оценкой максимального пикового крутящего момента (МПК) (Н/м) в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях с

помощью роботизированного динамометра HUMAC Norm компании CIBEX (США) (рисунок 3).



Рисунок 3 – Аппаратная динамометрия тыльных и подошвенных флексоров стопы на аппарате HUMAC Norm

Исследование выполнялось в двух режимах: изометрическом и изокинетическом и осуществлялось в закрытой обуви в горизонтальном положении лежа на спине. Конечность фиксировалась в приводе динамометра в положении сгибания в коленном суставе под углом 120° с обязательным сопоставлением оси голеностопного сустава и оси привода стопы в нейтральном положении, которое принималось за значение позиционного нуля.

Изометрическое тестирование m. tibialis anterior проводилось в нейтральном положении стопы («позиционный ноль») в направлении тыльного сгибания. Оценка силы m. gastrocnemius осуществлялась в исходном положении подошвенного сгибания (10°) в направлении дальнейшего подошвенного сгибания.

Перед началом тестирования пациент выполнял пробный тест для формирования моторного навыка, который заключался в однократной максимальной тыльной или подошвенной флексии стопы. Непосредственное

тестирование осуществлялось в трех последовательных сокращениях с максимальным усилием в фиксированном углу с последующим расчетом среднего значения МПК (Н/м), характеризующего максимальную силу обследуемых мышц: икроножной (имМПКGc), иннервируемой СМК S1, S2, а также передней большеберцовой мышцы (имМПКTb), иннервируемой СМК L4, L5 [107]. Вначале тестировалась индикаторная мышца, затем мышцы-антагонисты, после чего проводилось тестирование мышц «здоровой» конечности в той же последовательности.

Изокинетический режим динамометрии выполнялся из положения позиционного нуля, включал концентрическое и эксцентрическое сокращение, которое осуществляется с постоянной, изначально заданной угловой скоростью привода аппарата 30° в секунду [83]. В концентрическом режиме сокращение обследуемой мышцы осуществляется в направлении сближения точек крепления мышцы, привод аппарата работает в уступающем режиме и поддерживает заданную скорость независимо от силы сокращения мышцы. В эксцентрическом режиме пациент осуществляет сокращение обследуемой мышцы, оказывая сопротивление внешнему усилию привода аппарата, работающему в наступающем режиме с поддержанием заданной скорости, в направлении раздвижения точек крепления исследуемой мышцы. При прекращении пациентом сокращения мышцы внешнее воздействие привода аппарата на стопу прекращается. В концентрическом и эксцентрическом режимах выполняется одно пробное сокращение и три основных мышечных сокращения, на основании которых проводился расчет среднего значения изокинетического концентрического сокращения максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (икМПКGc), передней большеберцовой мышцы (икМПКTb); изокинетического эксцентрического сокращения максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (иэМПКGc) и передней большеберцовой мышцы (иэМПКTb) пораженной и интактной конечностей. Проводимые методы аппаратной динамометрии представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Методы аппаратной динамометрии мышц нижних конечностей

Вид тестирования	Группа обследования, количество пациентов			
	L5 контроль (абс., %)	L5 основная (абс., %)	S1 контроль (абс., %)	S1 основная (абс., %)
Изометрическая динамометрия m. tibialis anterior (имМПКТb)	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Изометрическая динамометрия m. gastrocnemius (имМПКGc)	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Изокинетическая динамометрия m. tibialis anterior (икМПКТb) в концентрическом режиме 30° в секунду	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Изокинетическая динамометрия m. tibialis anterior (икМПКТb) в эксцентрическом режиме 30° в секунду	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Изокинетическая динамометрия m. gastrocnemius (икМПКGc) в концентрическом режиме 30° в секунду	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 (100)
Изокинетическая динамометрия m. gastrocnemius (икМПКGc) в эксцентрическом режиме 30° в секунду	17 (100)	17 (100)	18 (100)	18 100)

2.4. Методы лечения и реабилитации

На основе современных клинических рекомендаций по диагностике и лечению дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатии все пациенты получали информацию о благоприятном прогнозе заболевания, важности поддержания повседневной физической активности и обязательности исключения чрезмерных физических нагрузок и постельного режима [9].

При сохранении болевого синдрома в спине и/или ноге выше 3 баллов по ЧРШ назначались НПВП в пероральной форме согласно инструкции по медицинскому применению с учетом наличия соответствующих показаний и отсутствия противопоказаний в эффективных дозах, на минимально необходимое число дней [9, 38]. При болезненном мышечном спазме – миорелаксанты центрального действия. При выявлении невропатического компонента болевого

синдрома, согласно опроснику DN-4, назначались противоэпилептические средства [9].

Всем пациентам для предупреждения рецидива патологического процесса было рекомендовано избегать чрезмерных физических нагрузок, переохлаждений, длительных статических нагрузок; регулярная умеренная двигательная активность [9].

Пациентам контрольной группы был рекомендован охранительный режим после проведенного оперативного лечения микродискэктомии. Пациенты основной группы в дополнение к стандартным терапевтическим мероприятиям проходили курс реабилитации с помощью разработанного способа комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляцей пораженного нервного корешка с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров (патент RU2854965C1).

Способ осуществлялся следующим образом: через 10 дней после микродискэктомии по поводу пояснично-крестцовой радикулопатии нервного корешка L5 или S1 с парезом индикаторных мышц выраженностью 3-4 балла пациент поступал в реабилитационный центр, где после предварительной диагностики назначалось 10 сеансов реабилитации протяженностью 60 минут ежедневно 5 раз в неделю в течение двух недель в одно и то же время в дневные часы.

Реабилитационное воздействие начинается с процедуры рПМС, которая проводится в положении пациента лёжа на животе при условии полной мышечной релаксации. Терапевтическая рПМС осуществляется с помощью кольцевого индуктора диаметром 125 мм. Точки воздействия определяются проекцией целевого нервного корешка: для стимуляции корешка L5 воздействие проводится на уровне позвонков L3–L4 латеральнее остистых отростков на 3–5 см, для корешка S1 – в проекции задней верхней подвздошной ости на стороне поражения. Локализация точки стимуляции у каждого пациента определяется индивидуально

на основании уверенно воспроизводимого ВМО с мышцы-мишени в зависимости от индивидуальных анатомических и антропометрических особенностей и отмечается маркером на теле пациента. При проведении терапии койл жестко закрепляется на держателе, ток в катушке всегда имеет краниальное направление (рисунок 4).



Рисунок 4 – Проведение рПМС корешка S1 слева с расположением койла на уровне задней верхней подвздошной ости

Процедура стимуляции включает 1500 ритмических импульсов с частотой 1 Гц и надпороговым стимулом 110% интенсивности от минимального порога ВМО. Параметры лечебной стимуляции составляют от 22 до 43% от максимальной мощности стимула прибора (2 Тл) в зависимости от минимального порога ВМО. Длительность процедуры составляет 30 минут.

После осуществления рПМС выполняется аппаратная изокинетическая тренировка мышц пораженной нижней конечности в комплексе с поверхностной электромиостимуляцией длительностью 30 минут.

Пациентам с радикулопатией L5 осуществляется аппаратная тренировка тыльных флексоров стопы, с радикулопатией S1 - подошвенных флексоров стопы.

В реабилитации пациентов использовались два режима тренировки: продолжительное пассивное движение (continuous passive motion – CPM) и изокинетическая тренировка, что зависело от выраженности пареза. Пациентам с парезом более 20% относительно интактной стороны, по данным изокинетической динамометрии, проводилась тренировка в режиме CPM в объеме 3-х подходов по 8 концентрических и 8 эксцентрических сокращений, пациентам с парезом меньше 20% относительно здоровой стороны – тренировка в двух режимах: CPM в объеме 2-х подходов по 8 повторений с последующей изокинетической тренировкой в объеме 2-4 подходов по 10-12 сокращений в зависимости от уровня силовой выносливости мышцы. При нарастании мышечной силы до разницы меньше 20% в ходе реабилитации к режиму CPM добавлялся режим изокинетической тренировки (таблица 6).

Таблица 6 – Режимы аппаратной реабилитации пациентов с различной степенью выраженности пареза

Режимы реабилитации	Степень выраженности пареза по сравнению с интактной конечностью	
	Парез более 20%	Парез менее 20%
CPM режим сокращения в направлении тыльной / подошвенной флексии со скоростью 15° в секунду	2 подхода по 8 повторений	1 подхода по 8 повторений
Изокинетическая реабилитация в направлении тыльной / подошвенной флексии со скоростью 15° в секунду	Не проводится	2-4 подхода по 10-12 повторений

В режиме CPM осуществляется постоянное внешнее воздействие привода аппарата на стопу пациента с заданным угловым значением скорости 15° в секунду в пределах индивидуально подобранных ранее параметров амплитуды тыльной и подошвенной флексии, не зависящих от сопротивления пациента. В течение 15–20

минут пациент выполняет упражнения в режиме чередования концентрических и эксцентрических сокращений, преодолевая сопротивление электромеханического привода аппарата. При компрессии корешка L5 тренировка проводится в направлении тыльного сгибания стопы, при компрессии корешка S1 — в направлении подошвенного сгибания. Протокол включает 3 серии (подхода), каждая из которых состоит из 8 концентрических и 8 эксцентрических циклов сокращения.

При изокинетической тренировке в отличие от режима CPM внешнее сопротивление привода аппарата инициируется и дозируется сокращением тренируемой мышцы и изменяется в зависимости от ее силы. При большем усилии пациента сопротивление привода нарастает для поддержания заданной скорости, при меньшем – внешнее сопротивление привода снижается. Внешнее воздействие привода аппарата на стопу пациента полностью прекращается при прекращении сокращения тренируемой мышцы с целью исключения травматического воздействия изокинетической тренировки.

При компрессии корешка L5 алгоритм тренировки включает в себя создание концентрического усилия при тыльном сгибании стопы в заданном диапазоне амплитуды. Последующая фаза эксцентрического сокращения реализуется при движении привода в направлении подошвенного сгибания, в ходе которого пациент оказывает дозированное сопротивление внешнему воздействию аппарата в пределах установленных угловых параметров.

При компрессии корешка S1 протокол тренировки предусматривает осуществление концентрического усилия в направлении подошвенного сгибания стопы в заданном диапазоне амплитуды. Последующая фаза эксцентрического сокращения реализуется при движении привода в направлении тыльного сгибания, в ходе которого пациент оказывает сопротивление внешнему воздействию аппарата в пределах установленных угловых параметров.

Первый сеанс реабилитации включает 2 разминочных подхода в режиме CPM и 2 основных подхода тыльной или подошвенной флексии в режиме CPM при парезе 3 балла или 2 разминочных подхода в режиме CPM и 2-4 подхода в

изокинетическом режиме при парезе 4 балла с 8-10 повторениями в одном подходе в зависимости от силовой выносливости мышцы и отдыхом 1,0-1,5 минуты между подходами.

Через два сеанса осуществляется увеличение количества основных подходов на один. То есть четвертая и пятая тренировки включают 3 подхода, шестая, седьмая – 4 подхода, восьмая, девятая тренировки – 5 подходов, десятая тренировка – 6 подходов.

При появлении выраженной утомляемости тренируемой мышцы увеличивается время отдыха между подходами до 2 минут. Тренировка прекращается при появлении выраженной болевой симптоматики (на 2 и более баллов выше от исходных параметров по ЧРШ).

Параллельно с изокинетической тренировкой проводится электростимуляция m. tibialis anterior у пациентов с радикулопатией L5 и m. gastrocnemius у пациентов с радикулопатией S1 в период концентрического сокращения мышцы пораженной конечности с помощью дистанционного четырехканального электромиостимулятора Chattanooga Wireless Pro в программе «гемиплегическая стопа». Электроды фиксируются на соответствующей мышце в области сухожильно-мышечного перехода и брюшке. Стимуляция тетанического сокращения мышцы осуществляется врачом в ручном режиме дистанционно в фазу концентрического сокращения. Частота стимулов составляет 50 Гц, интенсивность стимуляции увеличивается до видимого сокращения мышцы без болевых ощущений, длительность стимуляции – 3 секунды. Паузы между стимуляциями составляют 5 секунд, что соответствует эксцентрическому сокращению. Общее время стимуляции сопоставимо с длительностью изокинетической тренировки и составляет 30 минут.

2.5. Осмотр пациентов в динамике

Оценка клинических, динамометрических и электрофизиологических показателей, а также параметров качества жизни (КЖ) по опроснику Освестри

проводилась в трех контрольных точках: на 10-е сутки после микродискэктомии (исходная оценка), через 30 дней и через 4 месяца после оперативного вмешательства. Оценка КЖ с использованием опросника SF-36 проводилась дважды: исходно и в катамнезе через 4 месяца.

Анализ клинического статуса пациентов проводился на основании комплексного анализа жалоб, результатов нейроортопедического и неврологического обследований, а также данных валидизированных опросников и шкал. Использовались следующие инструменты: числовая рейтинговая шкала (ЧРШ), диагностический опросник невропатической боли (DN4), индекс и опросник нарушения качества жизни Освестри и SF-36.

Электрофизиологические и динамометрические характеристики оценивали на основании показателей стимуляционной электронейромиографии и аппаратной динамометрии.

2.6. Методы статистической обработки

Статистическая обработка данных проводилась в программной среде StatTech v. 2.6.1 (ООО «Статтех», Россия). Проверка количественных показателей на соответствие закону нормального распределения осуществлялась с применением критериев Шапиро–Уилка (при $n < 50$) или Колмогорова–Смирнова (при $n > 50$). Параметрические данные представлены в виде средней арифметической (M), стандартного отклонения (SD) и 95% доверительного интервала (95% ДИ). Данные с распределением, отличным от нормального, описывались с помощью медианы (Me) и интерквартильного размаха [Q1; Q3]. Категориальные переменные представлены абсолютными и относительными (%) частотами. Межгрупповое сравнение количественных признаков проводилось с помощью t-критерия Стьюдента (при нормальном распределении и гомоскедастичности) или U-критерия Манна — Уитни (в случае непараметрического распределения). Анализ четырехпольных таблиц сопряженности осуществлялся с использованием критерия χ^2 Пирсона (при

ожидаемых частотах > 10) или точного критерия Фишера (при частотах < 10). Оценка динамики показателей в связанных выборках проводилась с помощью парного t-критерия Стьюдента или однофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями (ANOVA), значимость изменений в котором проверялась по следу Пиллая. Постхок-анализ проводился с использованием парного t-критерия с поправкой Холма или критерия Тьюки. Сравнение медиан трёх или более независимых выборок проводилось с помощью критерия Краскела-Уоллиса. С целью проверки гипотезы о различии более чем двух зависимых выборок (повторных измерений) по уровню выраженности изучаемого признака использован критерий Фридмана, основанный на ранжировании значений изучаемого признака. Характер и теснота корреляционной связи между количественными переменными анализировались с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (в случае непараметрического распределения). Для определения зависимости количественного показателя от совокупности факторов применялся метод линейного регрессионного анализа. Статистическая обработка включала расчет средней арифметической (M) и стандартного отклонения (SD). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез был принят равным 0,05.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ. КЛИНИКО-НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ С ДИСКОГЕННОЙ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОЙ РАДИКУЛОПАТИЕЙ L5 / S1

3.1. Исходные клинические и неврологические особенности пациентов

Под наблюдением находилось 70 пациентов в возрасте от 20 до 60 лет, из них 34 (48,6%) мужчины и 36 (51,4%) женщин. Средний возраст пациентов составил 42,80 ± 10,97 года; 41,91 ± 9,08 – у пациентов мужского пола, 43,64 ± 12,56 года – у пациентов женского пола.

Индекс массы тела соответствовал значению избыточной массе тела и составлял в среднем 27,12±3,25, причем у мужчин – 27,73±3,1, у женщин – 26,54±3,3.

Компрессия корешка L5 была диагностирована у 34 (48,6%) пациентов, корешка S1 – у 36 (51,4%) пациентов. У мужчин компрессия корешка L5 выявлялась в 15 (44,1%) случаях, у женщин – в 19 (52,8%) случаях, компрессия корешка S1 выявлялась в 19 (55,9%) случаях у мужчин, в 17 (47,2%) случаях – у женщин.

Средняя продолжительность наличия болевого синдрома в спине до операции составила 3,84 ± 1,62 года, средняя длительность настоящего обострения патологического процесса – 1,29 ± 0,69 месяца. Наиболее значимыми этиологическими факторами обострения болевого синдрома являлись чрезмерная физическая нагрузка, неудачное движение, работа в вынужденном положении, стресс, реже – переохлаждение.

Перед включением в исследование всем пациентам по клиническим показаниям была выполнена микродискэктомия интраламинарным доступом на уровнях L4–L5 или L5–S1. Объем резекции определялся индивидуальными анатомо-морфологическими особенностями. Выполнялось скелетирование дуг L4 или L5 с последующей частичной ламинотомией и резекцией желтой связки.

Проводилась экстирпация грыжи межпозвоночного диска и ее секвестрированных фрагментов. На завершающем этапе под оптическим увеличением (×4–×8) выполнялась микрохирургическая декомпрессия спинномозговых корешков L5 или S1.

Все пациенты были обследованы на 10 день после микродискэктомии в условиях реабилитационного центра после выписки из нейрохирургического отделения многопрофильного стационара. Полученные клинические, нейрофизиологические и динамометрические показатели были приняты за исходные данные. Основные жалобы пациентов отражены в таблице 7.

Таблица 7 – Жалобы пациентов с радикулопатией L5 / S1

Жалобы пациентов	Количество пациентов	
	Абсолютное	%
Боль в спине и ноге	55	78,6
Боль в ноге	15	21,4
Онемение нижней конечности	43	61,4
Мышечная слабость в стопе	70	100
Ограничение подвижности в поясничном отделе позвоночника	62	88,6

Оценка неврологического статуса позволила выявить чувствительные нарушения в виде гипестезии в зоне иннервации пораженного корешка у 51 (72,9%) пациента. Симптом Ласега наблюдался у 47 (67,1%) пациентов. Слабость сгибателей / разгибателей стопы – у 70 (100,0%) пациентов, степень выраженности пареза исходно составила 3,84 ± 0,37 балла, гипотрофия мышц голени (более чем на 1,5 см по сравнению со здоровой конечностью) выявлялась у 8 (11,4%) пациентов. У 20 (28,6%) пациентов отмечалось снижение/выпадение соответствующего сухожильного рефлекса (ахиллова при радикулопатии S1), обобщенные данные неврологического статуса обследуемых пациентов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Неврологический статус пациентов исходно

Показатели	Количество пациентов		
	Абсолютное	%	95% ДИ
Парез сгибателей/разгибателей стопы	70	100,0	-
Чувствительные нарушения	51	72,9	60,9 – 82,8
Снижение ахиллова рефлекса	20	28,6	18,4 – 40,6
Наличие симптома Ласега	47	67,1	54,9 – 77,9
Наличие гипотрофий голени	8	11,4	5,1 – 21,3

Больные контрольной группы получали стандартную медикаментозную терапию согласно рекомендациям нейрохирурга, полученным после выписки из стационара, в соответствии с имеющимися клиническими рекомендациями, а именно: НПВС при боли коротким курсом до 7 дней (целекоксиб), миорелаксанты центрального действия при мышечном спазме в течение 14 дней (толперизон), антиконвульсанты при выявлении невропатического компонента болевого синдрома на протяжении 2 месяцев (габапентин). Пациенты основной группы, наряду со стандартной медикаментозной терапией, проходили разработанную методику реабилитации, включающую 10 сеансов комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляции пораженного нервного корешка с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров.

Последующее динамическое обследование пациентов обеих групп было проведено на 30-й день и спустя 4 месяца после первичного осмотра.

Как в основной, так и в контрольной группах отмечалась сопоставимая встречаемость радикулопатии L5 и S1 корешков с небольшим преобладанием компрессии нервного корешка S1 в обеих группах (51,4%). Таким образом, отсутствие статистически значимых различий ($p > 0,05$) между группами по гендерно-возрастным характеристикам и уровню компрессии нервного корешка детерминирует их сопоставимость, что обосновывает корректность последующего сравнительного анализа.

3.2. Динамика клинико-неврологических характеристик пациентов основной и контрольной групп

У 100% пациентов ведущим клиническим симптомом была изолированная люмбоишиалгия или болевой синдром в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижнюю конечность. В динамике отмечалось изменение как частоты встречаемости болевого синдрома, так и его выраженности, полученные данные, касающиеся интенсивности боли, отражены в таблице 9.

Таблица 9 – Динамика интенсивности болевого синдрома в зависимости от группы исследования

Группа обследования	Интенсивность боли (балл), этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	Q_1 – Q_3	Me	Q_1 – Q_3	Me	Q_1 – Q_3	
Основная	6,00 (n=35)	4,00 – 7,00	2,00 (n=35)	1,00 – 3,00	1,00 (n=35)	0,00 – 1,00	< 0,001**
Контрольная	5,00 (n=35)	4,00 – 6,00	3,00 (n=35)	1,50 – 4,00	2,00 (n=35)	1,00 – 3,00	< 0,001**
P*	0,124		0,113		< 0,001*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами – используемы критерий Фридмана, ** – достоверность различий в динамике (исходно, через 30 дней, через 4 месяца) – используемый метод: U–критерий Манна–Уитни

В таблице 10 представлены показатели интенсивности болевого синдрома у пациентов с компрессией корешка L5 / S1 основной и контрольной групп.

Таблица 10 – Динамика интенсивности болевого синдрома

Группа, корешок	Интенсивность боли (балл), этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	Q_1 – Q_3	Me	Q_1 – Q_3	Me	Q_1 – Q_3	
S1 основная	5,50 (n=18)	3,50 – 7,75	2,50 (n=18)	1,00 – 3,00	1,00 (n=18)	0,00 – 1,00	< 0,001**
S1 контрольная	5,00 (n=18)	4,00 – 6,00	3,00 (n=18)	2,00 – 5,00	2,00 (n=18)	1,00 – 3,00	< 0,001**
L5 основная	6,00 (n=17)	5,00 – 7,00	2,00 (n=17)	1,00 – 3,00	1,00 (n=17)	0,00 – 1,00	< 0,001**
L5 контрольная	4,00 (n=17)	4,00 – 6,00	3,00 (n=17)	1,00 – 3,00	2,00 (n=17)	1,00 – 3,00	< 0,001**
P*	0,478		0,282		< 0,001*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами ($p < 0,05$), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Статистически значимый регресс интенсивности болевого синдрома в динамике был зафиксирован в обеих группах ($p < 0,001$) через 30 дней с сохранением достигнутого эффекта в течение 4 месяцев. Однако через 4 месяца показатели интенсивности боли у пациентов контрольной группы достоверно превышали аналогичные значения в основной группе ($p < 0,001$).

Распространенность и степень выраженности болевого синдрома в исследуемых группах систематизированы в таблице 11.

Таблица 11 – Динамика частоты и интенсивности болевого синдрома

Группа обследования	Выраженность боли	Количество пациентов, этапы наблюдения						P**
		Исходно		30 дней		4 месяца		
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	
Основная	выраженная	12	34,3	0	0,0	0	0,0	< 0,001**
	умеренная	14	40,0	5	14,3	0	0,0	
	легкая	9	25,7	26	74,3	21	60,0	
	отсутсвует	0	0,0	4	11,4	14	40,0	
Контрольная	выраженная	7	20,0	1	2,9	0	0,0	< 0,001**
	умеренная	20	57,1	10	28,6	3	8,6	
	легкая	8	22,9	21	60,0	29	82,9	
	отсутсвует	0	0,0	3	8,6	3	8,6	
P*		0,296		0,342		0,003*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами – используемый метод: критерий Фридмана, ** – достоверность различий в динамике (исходно, через 30 дней, через 4 месяца) – используемый метод: Хи-квадрат Пирсона

В таблице 12 представлены частота встречаемости и выраженность болевого синдрома в зависимости от компрессии корешка L5 или S1 у пациентов основной и контрольной групп.

Таблица 12 – Динамика частоты и интенсивности болевого синдрома

Группа обследования, компремированный корешок	Выраженность боли	Количество пациентов, этапы наблюдения						P**
		Исходно		30 дней		4 месяца		
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	
S1 основная	выраженная	7	38,9	0	0,0	0	0,0	< 0,001**
	умеренная	6	33,3	3	16,7	0	0,0	
	легкая	5	27,8	13	72,2	12	66,7	
	отсутсвует	0	0,0	2	11,1	6	33,3	
S1 контрольная	выраженная	4	22,2	1	5,6	0	0,0	< 0,001**
	умеренная	10	55,6	7	38,9	3	16,7	
	легкая	4	22,2	9	50,0	13	72,2	
	отсутсвует	0	0,0	1	5,6	2	11,1	

Продолжение таблицы 12								
L5 основная	выраженная	5	29,4	0	0,0	0	0,0	< 0,001**
	умеренная	8	47,1	2	11,8	0	0,0	
	легкая	4	23,5	13	76,5	9	52,9	
	отсутсвует	0	0,0	2	11,8	8	47,1	
L5 контрольная	выраженная	3	17,6	0	0,0	0	0,0	< 0,001**
	умеренная	10	58,8	3	17,6	0	0,0	
	легкая	4	23,5	12	70,6	16	94,1	
	отсутсвует	0	0,0	2	11,8	1	5,9	
P*		0,781		0,526		0,005*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами – используемый метод: критерий Фридмана, ** – достоверность различий в динамике (исходно, через 30 дней, через 4 месяца) – используемый метод: Хи-квадрат Пирсона

Исходно (спустя 10 дней после оперативного лечения) у пациентов обеих групп преобладали умеренные формы болевого синдрома (3-6 баллов по ЧРШ), спустя 30 дней у всех обследованных пациентов отмечались в основном легкие болевые проявления (1-3 балла по ЧРШ), умеренная боль сохранялась у 5 (14,3%) пациентов основной группы и у 10 (28,6%) контрольной, регресс болевого синдрома отмечен у 4 (11,4%) пациентов основной группы и у 3 (8,6%) – в контрольной. Через 4 месяца в основной группе уменьшение болевого синдрома отмечалось существенно чаще по сравнению с контрольной (40 и 8,6% пациентов соответственно). У 3 (8,6%) пациентов контрольной группы сохранялись умеренно выраженные проявления боли в спине и ноге, тогда как в основной группе болевой синдром, сохраняющийся у 21 (60%) пациента, был представлен только легкими формами от 1 до 3 баллов.

Учитывая представленные данные при проведении сравнительного анализа показателей интенсивности и выраженности болевого синдрома в спине и ноге после курса реабилитации, отмечены статистически значимые ($p < 0,05$) различия между показателями основной и контрольной групп.

В таблице 13 представлена частота встречаемости невропатического компонента болевого синдрома, по данным опросника DN-4.

Таблица 13 – Невропатический компонент болевого синдрома

Этапы наблюдения, группа обследования, количество пациентов (абс., %),					
Исходно		30 дней		4 месяца	
Основная	Контрольная	Основная	Контрольная	Основная	Контрольная
20 (57,1)	19 (54,3)	7 (20)	11 (31)	0 (0)	5 (14,3)

Примечание: абс. – абсолютное число, % - доля обследованных

В исходном состоянии невропатический компонент боли был выявлен более чем у 50 % пациентов в обеих группах. После завершения реабилитационного цикла частота его выявления в основной группе была ниже и составила 20 % (n = 7) по сравнению с 31 % (n = 11) в контрольной группе. Через 4 месяца в основной группе невропатический болевой синдром не регистрировался, в то время как в контрольной группе он сохранялся в 14,3 % случаев (n = 5). Этот тип боли является прогностически неблагоприятным фактором, определяющим высокий риск хронизации и рецидивирования болевого синдрома.

Исходно жалобы на слабость в стопе предъявляли 35 (100%) пациентов контрольной группы и 35 (100%) в основной, спустя 30 дней данные жалобы сохранялись у 15 (42,9%) пациентов в контрольной группе и у 6 (17,1%) в основной, через 4 месяца слабость в стопе сохранялась у 5 (14,3%) пациентов контрольной группы, в основной группе данная жалоба регрессировала. Жалобы на онемение нижней конечности, встречавшиеся исходно у 21 (60,0%) пациента контрольной группы и у 22 (62,9%) основной, через 30 дней сохранялись у 9 (25,7%) пациентов контрольной группы, в основной - у 4 (11,4%). Через 4 месяца у пациентов основной группы данных жалоб не было, в контрольной группе сохранялись у 4 (11,4%). Ограничение подвижности в поясничном отделе позвоночника до лечения беспокоило значимое количество пациентов обеих групп (88,6%). Через 30 дней данные жалобы отмечались у 6 (17,1%) пациентов контрольной группы и у 2 (5,7%) – основной, спустя 4 месяца – у 4 (11,4%) и 1 (2,9%) пациентов контрольной и

основной групп соответственно. Общая характеристика жалоб пациентов обследуемых групп в различные периоды наблюдения представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Жалобы пациентов обследуемых групп в динамике

Жалобы	Период наблюдения	Группа, количество пациентов (абс., %)		P*
		контрольная	основная	
Боль в спине/ноге	Исходно	35 (100)	35 (100)	-
	30 дней	32 (91,4)	31 (88,6)	1,000
	4 месяца	32 (91,4)	21 (60,0)	0,004*
Слабость в стопе	Исходно	35 (100)	35 (100)	-
	30 дней	15 (42,9)	6 (17,1)	0,019*
	4 месяца	5 (14,3)	0 (0,0)	0,044*
Онемение ноги	Исходно	21 (60,0)	22 (62,9)	0,806
	30 дней	9 (25,7)	4 (11,4)	0,218
	4 месяца	4 (11,4)	0 (0,0)	0,114
Ограничение подвижности	Исходно	31 (88,6)	31 (88,6)	1,000
	30 дней	6 (17,1)	2 (5,7)	0,259
	4 месяца	4 (11,4)	1 (2,9)	0,356

Примечание: абс. – абсолютное число, % - доля обследованных; * – различия показателей статистически значимы между группами ($p < 0,05$) – используемый метод: критерий Фишера, Хи-квадрат Пирсона

В таблице 15 представлена характеристика жалоб пациентов обследуемых групп в зависимости от компрессии корешка L5 / S1 в различные периоды наблюдения.

Таблица 15 – Жалобы пациентов при компрессии корешка L5 или S1

Жалобы	Период наблюдения	Группа, компремированный корешок количество пациентов (абс., %)				P*
		L5 контрольная	L5 основная	S1 контрольная	S1 основная	
Боль в спине /ноге	Исходно	17 (100,0)	17(100,0)	18 (100,0)	18(100,0)	–
	30 дней	15 (88,2)	15 (88,2)	17 (94,4)	16 (88,9)	0,911
	4 месяца	16 (94,1)	9 (52,9)	16 (88,9)	12 (66,7)	0,039*
Слабость в стопе	Исходно	17 (100,0)	17(100,0)	18 (100,0)	18(100,0)	–
	30 дней	7 (41,2)	3 (17,6)	8 (44,4)	3 (16,7)	0,135
	4 месяца	2 (11,8)	0 (0,0)	3 (16,7)	0 (0,0)	0,127
Онемение ноги	Исходно	10 (58,8)	10 (58,8)	11 (61,1)	12 (66,7)	0,959
	30 дней	4 (23,5)	2 (11,8)	5 (27,8)	2 (11,1)	0,481
	4 месяца	2 (11,8)	0 (0,0)	2 (11,1)	0 (0,0)	0,236
Ограничение подвижности	Исходно	15 (88,2)	14 (82,4)	16 (88,9)	17 (94,4)	0,737
	30 дней	2 (11,8)	1 (5,9)	4 (22,2)	1 (5,6)	0,361
	4 месяца	2 (11,8)	1 (5,9)	2 (11,1)	0 (0,0)	0,494

Примечание: абс. – абсолютное число, % - доля обследованных; * – различия показателей статистически значимы между группами ($p < 0,05$) – используемый метод: Хи-квадрат Пирсона

Основные показатели неврологического статуса, отражающие наличие пареза, чувствительных нарушений в виде гипестезии или гиперестезии (гиперпатии) в области заинтересованного нервного корешка, снижение соответствующего сухожильного рефлекса (ахиллова при радикулопатии корешка S1), наличие симптомов натяжения и гипотрофий мышц голени пораженной стороны по сравнению с интактной представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Основные показатели неврологического осмотра пациентов

Показатели неврологического осмотра	Период наблюдения	Группа, количество пациентов (абс.,%)		P*
		контрольная (n=35)	основная (n=35)	
Наличие пареза стопы	Исходно	35 (100)	35 (100)	-
	30 дней	15 (42,9)	6 (17,1)	0,019*
	4 месяца	5 (14,3)	0 (0,0)	0,044*
Наличие чувствительных нарушений	Исходно	25 (71,4)	26 (74,3)	1,000
	30 дней	18 (51,4)	8 (22,9)	0,013*
	4 месяца	14 (40,0)	4 (11,4)	0,013*
Наличие гипотрофий мышц голени	Исходно	4 (11,4)	4 (11,4)	1,000
	30 дней	4 (11,4)	2 (5,7)	0,673
	4 месяца	2 (5,7)	0 (0,0)	0,493
Наличие симптома Ласега	Исходно	25 (71,4)	22 (62,9)	0,445
	30 дней	13 (37,1)	7 (20,0)	0,112
	4 месяца	4 (11,4)	0 (0,0)	0,114
Снижение ахиллова рефлекса	Исходно	11 (31,4)	9 (25,7)	0,597
	30 дней	6 (17,1)	5 (14,3)	1,000
	4 месяца	5 (14,3)	4 (11,4)	1,000

Примечание: абс. – абсолютное число, % - доля обследованных; * – различия показателей статистически значимы между группами ($p < 0,05$) – используемый метод: критерий Фишера, Хи-квадрат Пирсона

Исходно двигательные нарушения в форме пареза подошвенных сгибателей стопы при радикулопатии корешка S1 или тыльных сгибателей стопы при радикулопатии корешка L5 наблюдались у всех пациентов обеих групп (100%). На втором этапе оценки у больных контрольной группы моторные нарушения выявлялись статистически значимо ($p=0,019$) чаще, чем основной - у 15 (42,9%) и 6 (17,1%) соответственно, данная тенденция сохранилась также спустя 4 месяца, когда у всех пациентов основной группы мышечная сила тыльных и подошвенных

сгибателей стопы восстановилась, тогда как у 5 (14,3%) пациентов контрольной группы парез мышц стопы сохранялся.

При этом мышечная сила по 6-балльной шкале оценки мышечной силы исходно составила в среднем 3,86 ± 0,36 и 3,83 ± 0,38 балла у пациентов основной и контрольной групп соответственно. Через 30 дней данный показатель был выше у пациентов основной группы по сравнению с контрольной: 4,83 ± 0,38 и 4,49 ± 0,66 соответственно (p = 0,010). Через 4 месяца у всех пациентов основной группы мышечная сила составила 5,0 баллов, в контрольной группе - 4,86 ± 0,36 балла.

Значительная эффективность разработанного способа реабилитации пациентов с ДПКР после микродискэктомии в отношении восстановления моторных нарушений положительно влияет на функциональные возможности пациентов и, следовательно, позволяет ожидать улучшения показателей качества жизни.

Наряду с восстановлением двигательной функции, отмечалось достоверное снижение чувствительных нарушений у пациентов основной группы в динамике на фоне реабилитационных мероприятий. Исходно чувствительные расстройства по корешковому типу в виде гипестезии или гиперестезии с гиперпатией отмечались у 26 (74,3%) и 25 (71,4%) пациентов основной и контрольной групп соответственно. Через 30 дней и 4 месяца чувствительные расстройства реже встречались у пациентов основной группы по сравнению с контрольной: 8 (22,9%) и 18 (51,4%) пациентов и 4 (11,4%) и 14 (40,0%) пациентов основной и контрольной групп соответственно (p=0,013).

В обеих группах гипотрофии мышц голени исходно отмечались у равного количества пациентов. Через 30 дней гипотрофии сохранялись у всех 4 (11,4%) пациентов контрольной группы, в основной – у 2 (5,7%) пациентов. Спустя 4 месяца трофика мышц голени у пациентов основной группы восстановилась во всех случаях, при этом у 2 (5,7%) больных контрольной группы гипотрофия мышц голени сохранялась.

Симптомы натяжения нервных корешков в виде симптома Ласега исходно выявлялись у 25 (71,4%) пациентов контрольной и 22 (62,9%) – основной группы,

в динамике их регресс более динамично отмечался в основной группе на фоне применения разработанной методики реабилитации, так, спустя 30 дней симптом Ласега отмечался у 13 (37,1%) пациентов контрольной группы и у 7 (20,0%) – основной, спустя 4 месяца у пациентов основной группы симптомов натяжения не отмечалось, тогда как в контрольной группе они сохранялись у 4 (11,4%) больных.

Снижение/выпадение ахиллова рефлекса у пациентов с радикулопатией S1 исходно выявлялось в 9 (25,7%) и 11 (31,4%) случаях основной и контрольной групп соответственно, спустя 30 дней данный рефлекс был снижен у 5 (14,3%) и 6 (17,1%) пациентов основной и контрольной групп соответственно, спустя 4 месяца – у 4 (11,4%) и 5 (14,3%) пациентов, статистически значимых изменений данного показателя в ходе динамического наблюдения в зависимости от применяемого метода реабилитации не отмечалось.

3.3. Нейрофизиологические параметры пациентов обследуемых групп в динамике

При проведении ритмической периферической магнитной стимуляции была произведена динамическая оценка двух параметров с целью нейрофизиологической оценки заинтересованной корешковой системы, а именно – минимального порога возбуждения корешковой системы (ВКС), соответствующего минимальному порогу ВМО и корешковой задержки (КЗ) корешков L5 и S1 на пораженной и интактной конечностях.

Всем 70 пациентам основной и контрольной групп с поражением корешков L5 и S1 при проведении ритмической периферической магнитной стимуляции было проведено нейрофизиологическое обследование.

Однородность исследуемых групп без статистически достоверных межгрупповых различий ($p>0,05$) была выявлена при исходной оценке нейрофизиологических параметров (таблица 17).

Таблица 17 – Нейрофизиологические параметры у пациентов обследуемых групп с поражением корешков L5 / S1

Показатели	Обследуемые группы	Исходные параметры (Me, Q1-Q3)			P
		Me	$Q_1 - Q_3$	n	
ВКCL5 поражённая (%)	L5 контрольная	31,00	28,00 – 35,00	17	0,106
	L5 основная	43,00	33,00 – 48,00	17	
	S1 контрольная	32,00	29,00 – 36,00	18	
	S1 основная	32,00	27,00 – 44,75	18	
ВКCL5 здоровая (%)	L5 контрольная	35,00	29,00 – 37,00	17	0,659
	L5 основная	31,00	27,00 – 35,00	17	
	S1 контрольная	29,00	26,25 – 34,75	18	
	S1 основная	32,50	27,25 – 38,75	18	
ВКCS1 поражённая (%)	L5 контрольная	37,00	33,00 – 43,00	17	0,121
	L5 основная	30,00	25,00 – 35,00	17	
	S1 контрольная	37,50	33,25 – 40,75	18	
	S1 основная	33,00	28,25 – 43,00	18	
ВКCS1 здоровая (%)	L5 контрольная	40,00	33,00 – 46,00	17	0,072
	L5 основная	32,00	29,00 – 34,00	17	
	S1 контрольная	30,50	24,25 – 34,00	18	
	S1 основная	31,00	28,25 – 43,00	18	
КЗL5 поражённая (мс)	L5 контрольная	3,49	3,02 – 4,50	17	0,070
	L5 основная	3,85	3,26 – 4,58	17	
	S1 контрольная	4,17	3,90 – 5,03	18	
	S1 основная	3,67	3,13 – 3,90	18	
КЗL5 здоровая (мс)	L5 контрольная	2,93	2,17 – 3,50	17	0,070
	L5 основная	3,87	2,81 – 4,10	17	
	S1 контрольная	2,49	2,01 – 2,98	18	
	S1 основная	2,70	2,01 – 4,21	18	
КЗS1 поражённая (мс)	L5 контрольная	3,55	3,30 – 3,80	17	0,070
	L5 основная	3,84	3,42 – 4,22	17	
	S1 контрольная	4,05	3,93 – 4,21	18	
	S1 основная	3,76	3,46 – 3,90	18	
КЗS1 здоровая (мс)	L5 контрольная	2,92	1,84 – 3,62	17	0,066
	L5 основная	3,80	2,92 – 4,16	17	
	S1 контрольная	2,98	2,67 – 3,54	18	
	S1 основная	2,71	2,44 – 3,26	18	

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; используемый метод – критерий Краскела–Уоллиса, различия статистически значимы при $p < 0,05$

Для оценки эффективности проводимой реабилитации у пациентов обеих групп с преимущественной компрессией корешка L5 и с преимущественной компрессией корешка S1 выполнен анализ изучаемых нейрофизиологических параметров двух корешков: L5 и S1 как пораженной, так и интактной конечности для комплексной оценки влияния разработанной методики реабилитации на функции скелетно-мышечной и периферической нервной системы.

Динамика ВКС корешка L5 пораженной конечности у пациентов основной и контрольной групп с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Анализ динамики ВКС L5 пораженной конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	ВКCL5п исходно		ВКCL5п 30 дней		ВКCL5п 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	31,00 (n=17)	28,00 – 35,00	35,00 (n=17)	33,00 – 44,00	36,00 (n=17)	33,00 – 40,00	0,021**
L5 основная	43,00 (n=17)	33,00 – 48,00	31,00 (n=17)	28,00 – 43,00	24,00 (n=17)	21,00 – 35,00	< 0,001**
S1 контрольная	32,00 (n=18)	29,00 – 36,00	30,50 (n=18)	27,00 – 38,00	31,00 (n=18)	28,00 – 37,00	0,826
S1 основная	32,00 (n=18)	27,00 – 44,75	29,00 (n=18)	24,50 – 39,75	30,00 (n=18)	24,00 – 36,50	0,012**
P*	0,106		0,242		0,021*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; ВКCL5п – возбудимость корешковой системы L5 пораженной конечности

Спустя 4 месяца показатель ВКС корешка L5 пораженной конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 был статистически значимо ниже по сравнению с показателем контрольной (p = 0,021). В ходе динамического наблюдения отмечено значимое снижение данного показателя у пациентов обследуемых групп с компрессией корешков как L5, так и S1, в основной группе пациентов с компрессией корешка L5 показатели были значительно лучше (p < 0,001) – с 43,00 [33,00 ; 48,00] исходно до 24,00 [21,00 ; 35,00] в конце наблюдения (через 4 месяца).

Сравнивая показатель ВКС для корешка L5 на стороне поражения, через 4 месяца в основной группе, он был существенно ниже (p = 0,021). В ходе динамического наблюдения было зафиксировано достоверное снижение этого параметра у пациентов с компрессией корешков L5 и S1 в обеих группах. Наиболее выраженная положительная динамика (p < 0,001) отмечена в основной группе при компрессии корешка L5: медиана ВКС снизилась с исходных 43,00 [33,00; 48,00] мс до 24,00 [21,00; 35,00] мс к завершению периода наблюдения.

Динамика ВКС корешка L5 здоровой конечности у всех пациентов основной и контрольной групп с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Анализ динамики ВКС L5 здоровой конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	ВКCL5з исходно		ВКCL5з 30 дней		ВКCL5з 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	35,00 (n=17)	29,00 – 37,00	33,00 (n=17)	28,00 – 40,00	33,00 (n=17)	30,00 – 39,00	0,368
L5 основная	31,00 (n=17)	27,00 – 35,00	27,00 (n=17)	26,00 – 35,00	29,00 (n=17)	23,00 – 34,00	0,625
S1 контрольная	29,00 (n=18)	26,25 – 34,75	26,50 (n=18)	24,25 – 37,00	26,50 (n=18)	24,00 – 38,00	0,214
S1 основная	32,50 (n=18)	27,25 – 38,75	32,50 (n=18)	27,25 – 41,50	29,00 (n=18)	24,25 – 38,75	< 0,001**
P*	0,659		0,344		0,330		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами ($p < 0,05$), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; ВКCL5з – возбудимость корешковой системы L5 здоровой конечности

Статистически значимых различий показателя ВКС корешка L5 здоровой конечности у пациентов в зависимости от группы обследования на различных этапах наблюдения не отмечалось. Однако у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 выявлялось статистически значимое снижение данного показателя спустя 4 месяца, что свидетельствует об общем нарастании нейропластических и нейротрофических процессов в периферической нервной системе на фоне проводимой реабилитации.

Динамика ВКС корешка S1 пораженной конечности у всех пациентов основной и контрольной групп с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Анализ динамики ВКС S1 пораженной конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	ВКCS1п исходно		ВКCS1п 30 дней		ВКCS1п 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	37,00 (n=17)	33,00 – 43,00	39,00 (n=17)	29,00 – 53,00	38,00 (n=17)	35,00 – 51,00	0,229

Продолжение таблицы 20							
L5 основная	30,00 (n=17)	25,00 – 35,00	33,00 (n=17)	23,00 – 35,00	27,00 (n=17)	22,00 – 34,00	0,616
S1 контрольная	37,50 (n=18)	33,25 – 40,75	37,50 (n=18)	31,75 – 39,00	35,50 (n=18)	32,00 – 40,00	0,895
S1 основная	33,00 (n=18)	28,25 – 43,00	27,50 (n=18)	24,00 – 34,00	24,00 (n=18)	22,25 – 27,75	< 0,001**
P*	0,121		0,060		< 0,001*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; ВКСS1п – возбудимость корешковой системы S1 пораженной конечности

На третьем этапе оценки были выявлены статистически значимые различия показателя ВКС корешка S1 пораженной конечности у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка S1 с лучшими показателями ВКС в основной группе (p < 0,001). Также в ходе динамического наблюдения отмечено статистически значимое (p < 0,001) снижение данного показателя у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 с 33,00 [28,25 ; 43,00] исходно до 27,50 [24,00 ; 34,00] уже спустя 30 дней, сохранившееся и через 4 месяца - 24,00 [22,25 ; 27,75].

Динамика ВКС корешка S1 здоровой конечности у всех пациентов основной и контрольной групп с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Анализ динамики ВКС S1 здоровой конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	ВКСS1з исходно		ВКСS1з 30 дней		ВКСS1з 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	40,00 (n=17)	33,00 – 46,00	41,00 (n=17)	33,00 – 45,00	42,00 (n=17)	35,00 – 45,00	1,000
L5 основная	32,00 (n=17)	29,00 – 34,00	33,00 (n=17)	24,00 – 35,00	32,00 (n=17)	23,00 – 39,00	0,471
S1 контрольная	30,50 (n=18)	24,25 – 34,00	29,50 (n=18)	25,00 – 33,00	27,50 (n=18)	24,25 – 32,75	0,179
S1 основная	31,00 (n=18)	28,25 – 43,00	31,50 (n=18)	28,00 – 39,00	32,50 (n=18)	28,25 – 35,00	0,278
P*	0,072		0,060		0,024*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; ВКСS1з – возбудимость корешковой системы S1 здоровой конечности

Через 4 месяца, сравнивая показатели ВКС корешка S1 здоровой конечности у пациентов основной группы с преимущественной компрессией корешка L5 с пациентами контрольной группы, отмечено статистически значимое (p = 0,024) снижение, что говорит об общем положительном влиянии реабилитации на нейрофизиологические, а, следовательно, функциональные параметры периферической нервной системы.

Динамика КЗ корешка L5 пораженной конечности у всех обследованных пациентов с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Анализ динамики КЗ L5 пораженной конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	КЗL5п исходно		КЗL5п 30 дней		КЗL5п 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	3,49 (n=17)	3,02 – 4,50	4,62 (n=17)	3,99 – 5,03	4,34 (n=17)	2,58 – 5,18	0,193
L5 основная	3,85 (n=17)	3,26 – 4,58	3,11 (n=17)	2,38 – 3,76	2,93 (n=17)	2,14 – 3,59	0,004**
S1 контрольная	4,17 (n=18)	3,90 – 5,03	4,16 (n=18)	3,95 – 4,80	4,76 (n=18)	3,86 – 4,88	0,179
S1 основная	3,67 (n=18)	3,13 – 3,90	2,84 (n=18)	2,18 – 3,76	2,40 (n=18)	2,18 – 3,09	0,070
P*	0,070		< 0,001*		< 0,001*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; КЗL5п – корешковая задержка L5 пораженной конечности

Уже спустя 30 дней у пациентов основной группы (с компрессией как корешка L5, так и корешка S1) показатели КЗ корешка L5 пораженной конечности были статистически значимо ниже по сравнению с пациентами контрольной группы, что говорит об улучшении функциональных характеристик корешковой системы, данная тенденция сохранилась и спустя 4 месяца. Кроме того, в ходе динамического наблюдения отмечено значительное снижение данного показателя у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 спустя уже 30 дней, сохранившееся и через 4 месяца (p < 0,004).

В таблице 23 представлена динамика КЗ корешка L5 здоровой конечности у всех обследованных пациентов с преимущественной компрессией корешков L5 или S1.

Таблица 23 – Анализ динамики КЗ L5 здоровой конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	КЗL5з исходно		КЗL5з 30 дней		КЗL5з 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	2,93 (n=17)	2,17 – 3,50	2,11 (n=17)	2,03 – 3,05	2,16 (n=17)	2,05 – 3,05	0,001
L5 основная	3,87 (n=17)	2,81 – 4,10	3,89 (n=17)	2,73 – 4,29	2,81 (n=17)	2,13 – 3,87	0,002**
S1 контрольная	2,49 (n=18)	2,01 – 2,98	2,44 (n=18)	1,96 – 2,70	2,65 (n=18)	2,21 – 2,96	0,541
S1 основная	2,70 (n=18)	2,01 – 4,21	2,70 (n=18)	2,06 – 3,74	2,51 (n=18)	2,14 – 2,89	0,497
P*	0,070		0,026*		0,734		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами ($p < 0,05$), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; КЗL5з – корешковая задержка L5 здоровой конечности

В ходе динамического наблюдения отмечено статистически значимое ($p < 0,002$) снижение показателя КЗ корешка L5 здоровой конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 спустя 4 месяца, что говорит о положительном влиянии разработанной методики реабилитации не только на пораженную конечность, но и на здоровую.

Динамика КЗ корешка S1 пораженной конечности у всех обследованных пациентов с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 24.

Таблица 24 – Анализ динамики КЗ S1 пораженной конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	КЗS1п исходно		КЗS1п 30 дней		КЗS1п 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	3,55 (n=17)	3,30 – 3,80	3,21 (n=17)	3,10 – 3,88	3,20 (n=17)	2,09 – 3,87	0,039**
L5 основная	3,84 (n=17)	3,42 – 4,22	3,00 (n=17)	2,88 – 3,64	3,22 (n=17)	2,84 – 3,42	< 0,001**

Продолжение таблицы 24							
S1 контрольная	4,05 (n=18)	3,93 – 4,21	4,11 (n=18)	3,74 – 4,21	4,11 (n=18)	3,58 – 4,34	0,411
S1 основная	3,76 (n=18)	3,46 – 3,90	3,16 (n=18)	2,72 – 3,51	2,79 (n=18)	2,24 – 3,07	< 0,001**
P*	0,070		< 0,001*		< 0,001*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; КЗS1п – корешковая задержка S1 пораженной конечности

Через 30 дней показатели КЗ корешка S1 пораженной конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 были статистически значимо ниже по сравнению с пациентами контрольной группы, что говорит об улучшении функциональных характеристик корешковой системы, данная тенденция сохранилась и спустя 4 месяца. Кроме того, в ходе динамического наблюдения отмечено статистически значимое снижение данного показателя у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 или S1 спустя уже 30 дней, сохранившееся и через 4 месяца (p < 0,004).

Динамика КЗ корешка S1 здоровой конечности у всех обследованных пациентов с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 25.

Таблица 25 – Анализ динамики КЗ S1 здоровой конечности

Обследуемая группа пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	КЗS1з исходно		КЗS1з 30 дней		КЗS1з 4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	2,92 (n=17)	1,84 – 3,62	2,90 (n=17)	1,91 – 3,30	3,04 (n=17)	2,12 – 3,20	0,320
L5 основная	3,80 (n=17)	2,92 – 4,16	3,44 (n=17)	3,26 – 4,06	3,12 (n=17)	2,93 – 3,92	0,327
S1 контрольная	2,98 (n=18)	2,67 – 3,54	2,99 (n=18)	2,68 – 3,44	2,88 (n=18)	2,51 – 3,79	0,179
S1 основная	2,71 (n=18)	2,44 – 3,26	2,85 (n=18)	2,35 – 3,51	2,92 (n=18)	2,56 – 3,10	0,358
P*	0,066		0,108		0,289		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод критерий Краскела–Уоллиса; КЗS1з – корешковая задержка S1 здоровой конечности

Сравнение КЗ корешка S1 здоровой конечности не выявляло статистически значимых изменений в зависимости от группы обследование, а также в динамике.

Таким образом, полученные данные говорят об улучшении нейрофизиологических, а следовательно, функциональных показателей периферический нервной системы на фоне разработанной методики реабилитации, т.к. при исследовании корешковой задержки в динамике было выявлено ускорение проведения по корешковой системе уровней L5, S1 с m. abductor hallucis, m. extensor digitorum brevis как на пораженной, так и на интактной сторонах.

3.4. Динамические показатели аппаратной динамометрии

Объективизация силовых характеристик мышц интактной и пораженной конечностей проводилась методом аппаратной изокинетической динамометрии (ИзКнДм) на комплексе HUMAC NORM. В основной группе диагностическая оценка силовых параметров проводилась в сочетании с изокинетическими тренировками, которые являются частью разработанного алгоритма реабилитации. В контрольной группе ИзКнДм применялась исключительно в диагностическом режиме.

Были оценены следующие показатели пораженной и интактной конечностей у всех пациентов с компрессией корешков L5 и S1: изометрическое сокращение максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (имМПКGc), иннервируемой СМК S1, S2, а также передней большеберцовой мышцы (имМПКTb), иннервируемой СМК L4, L5; изокинетическое концентрическое сокращение максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (икМПКGc) и передней большеберцовой мышцы (икМПКTb); изокинетическое эксцентрическое сокращение максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (иэМПКGc) и передней большеберцовой мышцы (иэМПКTb).

В таблице 26 представлен анализ динамики максимального пикового крутящего момента изометрического сокращения икроножной мышцы

(имМПКGc) пораженной конечности у пациентов обследуемых групп с компрессией корешков L5 или S1.

Таблица 26 – Динамика показателей имМПКGc пораженной конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	27,00 (n=17)	22,00 – 41,00	36,00 (n=17)	28,00 – 53,00	39,00 (n=17)	21,00 – 60,00	0,589
L5 основная	35,00 (n=17)	30,00 – 38,00	41,00 (n=17)	37,00 – 49,00	53,00 (n=17)	49,00 – 72,00	< 0,001**
S1 контрольная	34,50 (n=18)	30,25 – 77,75	39,00 (n=18)	31,00 – 64,00	33,00 (n=18)	30,00 – 65,75	0,904
S1 основная	33,50 (n=18)	19,25 – 41,75	41,00 (n=18)	30,75 – 48,50	58,00 (n=18)	38,25 – 71,75	< 0,001**
P*	0,076		0,540		0,019*		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами ($p < 0,05$), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

На фоне проводимой реабилитации у пациентов основной группы (с компрессией как корешка L5, так и корешка S1) по сравнению с исходными значениями отмечалось статистически значимое ($p < 0,001$) нарастание имМПКGc пораженной конечности уже через 30 дней. Динамика сохранялась и спустя 4 месяца. Через 4 месяца также отмечались статистически значимые ($p < 0,001$) различия данного показателя в зависимости от группы исследования с превосходящими значениями в основной группе (у пациентов с компрессией как корешка L5, так и корешка S1).

Данные МПК изометрического концентрического сокращения икроножной мышцы (икМПКGc) пораженной конечности представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Динамика икМПКGc пораженной конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	53,00 (n=17)	42,00 – 60,00	68,00 (n=17)	57,00 – 146,00	111,00 (n=17)	71,00 – 112,00	< 0,001**
L5 основная	69,00 (n=17)	49,00 – 119,00	94,00 (n=17)	54,00 – 117,00	102,00 (n=17)	71,00 – 121,00	0,004**

Продолжение таблицы 27							
S1 контрольная	72,50 (n=18)	57,00 – 97,25	62,00 (n=18)	45,25 – 95,75	65,50 (n=18)	42,75 – 96,25	< 0,001**
S1 основная	54,00 (n=18)	37,00 – 78,75	68,00 (n=18)	49,00 – 75,75	101,50 (n=18)	58,50 – 124,50	< 0,001**
P*	0,123		0,216		0,096		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

На фоне реабилитации по сравнению с исходными значениями уже через 30 дней происходило статистически значимое (p < 0,001) нарастание максимального пикового крутящего момента изокинетического концентрического сокращения икроножной мышцы пораженной конечности у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка L5. Данный показатель статистически значимо (p < 0,001) увеличивался у пациентов основной группы с компрессией корешка S1, тогда как у больных контрольной группы с компрессией корешка S1 он статистически значимо снижался (p < 0,001).

Анализ динамики максимального пикового крутящего момента изокинетического эксцентрического сокращения икроножной мышцы (иэМПКGc) пораженной конечности у пациентов обследуемых групп с компрессией корешков L5 или S1 представлен в таблице 28.

Таблица 28 – Динамика иэМПКGc пораженной конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	66,00 (n=17)	53,00 – 83,00	75,00 (n=17)	58,00 – 143,00	110,00 (n=17)	51,00 – 121,00	0,075
L5 основная	75,00 (n=17)	56,00 – 119,00	96,00 (n=17)	58,00 – 107,00	122,00 (n=17)	76,00 – 149,00	0,001**
S1 контрольная	80,50 (n=18)	69,75 – 102,75	77,00 (n=18)	46,00 – 96,50	76,50 (n=18)	47,00 – 87,50	0,156
S1 основная	59,00 (n=18)	43,00 – 83,50	75,00 (n=18)	60,00 – 84,75	101,50 (n=18)	81,00 – 137,25	< 0,001**
P*	0,067		0,630		0,051		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

На фоне проводимой реабилитации у пациентов основной группы (с компрессией как корешка L5, так и корешка S1) по сравнению с исходными значениями отмечалось статистически значимое ($p < 0,001$) нарастание имМПКGc пораженной конечности через 30 дней, которое сохранялось и спустя 4 месяца, чего не отмечалось у пациентов группы контроля.

Помимо показателей изокинетической динамометрии пораженной конечности, с целью изучения общего влияния предложенной методики на силовые характеристики мышц нижних конечностей представило интерес оценить динамометрические параметры интактной конечности.

Анализ динамики максимального пикового крутящего момента изометрического сокращения икроножной мышцы (имМПКGc) здоровой конечности у пациентов обследуемых групп представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Динамика имМПКGc здоровой конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	34,00 (n=17)	28,00 – 41,00	37,00 (n=17)	31,00 – 46,00	41,00 (n=17)	35,00 – 72,00	0,057
L5 основная	51,00 (n=17)	35,00 – 60,00	52,00 (n=17)	35,00 – 56,00	59,00 (n=17)	49,00 – 81,00	0,003**
S1 контрольная	50,50 (n=18)	35,75 – 70,25	55,00 (n=18)	37,00 – 88,75	66,50 (n=18)	37,00 – 75,00	0,064
S1 основная	47,00 (n=18)	36,50 – 56,75	49,00 (n=18)	36,00 – 62,75	59,50 (n=18)	38,25 – 79,25	0,034**
P*	0,070		0,065		0,150		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами ($p < 0,05$), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Как видно из представленных данных, у всех пациентов основной группы, наряду с улучшением показателей силовых характеристик пораженной конечности, наблюдалось статистически значимое динамическое нарастание показателя максимального пикового крутящего момента изометрического сокращения икроножной мышцы здоровой конечности, что свидетельствует о положительном влиянии разработанной методики реабилитации на силовые показатели мышц нижних конечностей, такая же тенденция отмечена в отношении максимального

пикового крутящего момента изокинетического эксцентрического сокращения икроножной мышцы (иэМПКGc) здоровой конечности, что представлено в таблице 30.

Таблица 30 – Динамика иэМПКGc здоровой конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	78,00 (n=17)	67,00 – 113,00	89,00 (n=17)	88,00 – 115,00	137,00 (n=17)	78,00 – 153,00	< 0,001**
L5 основная	83,00 (n=17)	77,00 – 119,00	110,00 (n=17)	84,00 – 140,00	113,00 (n=17)	88,00 – 151,00	0,047**
S1 контрольная	140,00 (n=18)	67,50 – 159,00	92,00 (n=18)	46,50 – 163,00	110,00 (n=18)	47,00 – 168,50	0,056
S1 основная	82,50 (n=18)	61,75 – 98,00	101,00 (n=18)	72,00 – 124,75	121,50 (n=18)	87,25 – 145,25	< 0,001**
P*	0,093		0,770		0,807		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Статистически значимое нарастание икМПКGc здоровой конечности в динамике отмечалось у пациентов основной группы с компрессией корешка S1, а также в контрольной группе с компрессией корешка L5, что представлено в таблице 31.

Таблица 31 – Динамика икМПКGc здоровой конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	73,00 (n=17)	69,00 – 105,00	88,00 (n=17)	80,00 – 128,00	136,00 (n=17)	86,00 – 145,00	< 0,001**
L5 основная	80,00 (n=17)	68,00 – 110,00	96,00 (n=17)	80,00 – 121,00	114,00 (n=17)	81,00 – 121,00	0,252
S1 контрольная	129,50 (n=18)	62,25 – 157,25	89,00 (n=18)	68,00 – 161,25	103,50 (n=18)	67,25 – 149,00	0,670
S1 основная	78,50 (n=18)	49,50 – 99,00	85,00 (n=18)	58,00 – 120,50	117,00 (n=18)	69,00 – 138,75	0,001**
P*	0,058		0,614		0,692		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Анализ динамики максимального пикового крутящего момента изометрического сокращения передней большеберцовой мышцы (имМПКТb) пораженной конечности у пациентов обследуемых групп с компрессией корешков L5 или S1 представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Динамика имМПКТb пораженной конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	Q_1 – Q_3	Me	Q_1 – Q_3	Me	Q_1 – Q_3	
L5 контрольная	16,00 (n=17)	12,00 – 20,00	18,00 (n=17)	15,00 – 21,25	19,00 (n=17)	15,75 – 23,00	0,003**
L5 основная	21,00 (n=17)	17,25 – 24,00	23,00 (n=17)	19,75 – 27,50	28,00 (n=17)	23,50 – 33,00	< 0,001**
S1 контрольная	27,00 (n=18)	23,00 – 30,75	26,00 (n=18)	23,50 – 29,00	26,00 (n=18)	23,50 – 29,00	0,520
S1 основная	22,00 (n=18)	18,00 – 25,75	25,00 (n=18)	12,00– 29,75	30,00 (n=18)	25,50 – 35,00	< 0,001**
P*	0,06		0,06		0,07		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

В основной группе при компрессии как корешка L5, так и S1 и в контрольной группе при компрессии корешка L5 на фоне проводимых реабилитационных мероприятий зафиксировано статистически значимое (p < 0,05) увеличение максимального пикового крутящего момента при изометрическом сокращении передней большеберцовой мышцы на стороне поражения. Положительная динамика была подтверждена через 30 дней после начала лечения, и достигнутые показатели сохранялись через 4 месяца.

Аналогичная тенденция прослеживалась при динамической оценке максимального пикового крутящего момента изокинетического концентрического (икМПКТb), а также эксцентрического сокращения передней большеберцовой мышцы пораженной конечности (иэМПКТb), что представлено в таблицах 33 и 34.

Таблица 33 – Динамика икМПКТb пораженной конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	22,00 (n=17)	18,00 – 26,00	24,00 (n=17)	22,00 – 35,00	26,00 (n=17)	23,00 – 39,00	0,001**
L5 основная	22,00 (n=17)	20,00 – 28,00	29,00 (n=17)	26,00 – 33,00	38,00 (n=17)	31,00 – 49,00	< 0,001**
S1 контрольная	39,00 (n=18)	31,00 – 44,25	39,00 (n=18)	30,25 – 42,75	38,50 (n=18)	31,00 – 40,75	0,407
S1 основная	30,00 (n=18)	24,00 – 38,75	33,00 (n=18)	23,25 – 44,00	40,00 (n=18)	30,25 – 49,75	< 0,001**
P*	0,06		0,08		0,07		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Таблица 34 – Динамика иэМПКТb пораженной конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	27,00 (n=17)	18,00 – 29,00	24,00 (n=17)	22,00 – 35,00	28,00 (n=17)	24,00 – 39,00	0,001**
L5 основная	32,00 (n=17)	26,00 – 37,00	33,00 (n=17)	28,00 – 39,00	41,00 (n=17)	33,00 – 47,00	< 0,001**
S1 контрольная	39,00 (n=18)	36,25 – 39,00	39,00 (n=18)	35,00 – 40,00	39,00 (n=18)	36,75 – 40,00	0,125
S1 основная	35,00 (n=18)	26,25 – 42,75	34,50 (n=18)	28,75 – 48,00	42,00 (n=18)	35,00 – 54,75	< 0,001**
P*	0,06		0,09		0,07		-

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Также была выполнена динамометрия передней большеберцовой мышцы интактной конечности. Представлен анализ динамики максимального пикового крутящего момента изометрического сокращения передней большеберцовой мышцы (имМПКТb) здоровой конечности у пациентов обследуемых групп (таблица 35).

Таблица 35 – Динамика имМПКGc здоровой конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	26,00 (n=17)	19,00 – 35,00	28,00 (n=17)	21,00 – 38,00	29,00 (n=17)	22,00 – 38,00	0,142
L5 основная	26,00 (n=17)	22,00 – 31,00	31,00 (n=17)	27,00 – 41,00	32,00 (n=17)	26,00 – 35,00	0,004**
S1 контрольная	33,50 (n=18)	26,00 – 39,50	33,50 (n=18)	33,00 – 38,50	34,00 (n=18)	27,25 – 42,50	0,006**
S1 основная	27,00 (n=18)	23,00 – 33,25	33,00 (n=18)	22,50 – 38,00	33,50 (n=18)	24,50 – 41,75	< 0,001**
P*	0,377		0,501		0,483		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

У большинства пациентов, за исключением больных контрольной группы с компрессией корешка L5, наряду с улучшением показателей пораженной конечности, наблюдалось статистически значимое динамическое нарастание показателя максимального пикового крутящего момента изометрического сокращения передней большеберцовой мышцы интактной конечности, что свидетельствует о положительном влиянии разработанной методики реабилитации на силовые показатели мышц нижних конечностей, такая же тенденция отмечена в отношении максимального пикового крутящего момента изокинетического концентрического сокращения передней большеберцовой мышцы (икМПКТb) здоровой конечности, который существенно увеличивался у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка L5 (таблица 36).

Таблица 36 – Динамика икМПКТb здоровой конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	31,00 (n=17)	23,00 – 38,00	31,00 (n=17)	26,00 – 43,00	36,00 (n=17)	27,00 – 39,00	< 0,001**
L5 основная	37,00 (n=17)	30,00 – 45,00	38,00 (n=17)	30,00 – 49,00	42,00 (n=17)	31,00 – 60,00	0,007**
S1 контрольная	43,00 (n=18)	37,25 – 54,50	41,00 (n=18)	34,00 – 49,00	42,00 (n=18)	40,00 – 52,25	0,061
S1 основная	40,00 (n=18)	31,00 – 52,25	39,50 (n=18)	31,75 – 53,75	46,00 (n=18)	33,00 – 54,00	0,188
P*	0,06		0,254		0,184		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами (p < 0,05), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Максимальный пиковый крутящий момент изокинетического эксцентрического сокращения передней большеберцовой мышцы (иэМПКТb) интактной конечности статистически значимо ($p < 0,05$) увеличивался у всех пациентов с компрессией как корешка L5, так и корешка S1 (таблица 37).

Таблица 37 – Динамика иэМПКТb здоровой конечности

Группа обследования/ пораженный корешок	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
L5 контрольная	42,00 (n=17)	27,00 – 49,00	43,00 (n=17)	28,00 – 47,00	44,00 (n=17)	28,00 – 47,00	0,001**
L5 основная	41,00 (n=17)	34,00 – 53,00	42,00 (n=17)	34,00 – 49,00	46,00 (n=17)	37,00 – 64,00	0,015**
S1 контрольная	52,00 (n=18)	42,00 – 59,50	51,00 (n=18)	38,25 – 57,00	50,00 (n=18)	43,00 – 56,75	0,047**
S1 основная	42,00 (n=18)	37,25 – 54,00	43,50 (n=18)	35,00 – 58,00	49,00 (n=18)	37,75 – 59,75	0,045**
P*	0,111		0,316		0,317		–

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами ($p < 0,05$), используемый метод - критерий Фридмана; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - критерий Краскела–Уоллиса

Таким образом, разработанная методика реабилитации (периферическая ритмическая магнитная стимуляция и изокинетическая тренировка с одновременной электростимуляцией паретичной мышцы) у пациентов с компрессионной радикулопатией L5/ S1 вследствие грыжи межпозвонкового диска способствует восстановлению мышечной силы индикаторных мышц, иннервируемых пораженным нервным корешком, кроме того, данная методика положительно влияет и на силовые показатели интактной конечности, что свидетельствует об универсальности разработанного способа реабилитации в аспектах восстановления мышечной силы и позволяет рекомендовать его в различных областях медицины, например, в спортивной, профилактической и клинической.

3.5. Качество жизни пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией в зависимости от способа реабилитации

Сравнительная оценка качества жизни пациентов основной и контрольной групп, по данным опросника SF-36 в аспекте физического компонента здоровья (ФКЗ), объединяющего показатели физического (ФФ) и ролевого (РР) функционирования, интенсивности боли (ИБ) и общего состояния здоровья (ОСЗ), в исходном состоянии и через 4 месяца после лечения представлена в таблице 38.

Таблица 38 – Динамические показатели SF-36, отражающие физический компонент здоровья

Показатель	Группа, период наблюдения				P*
	Основная (n=35) Me [Q_1 – Q_3]		Контрольная (n=35) Me [Q_1 – Q_3]		
	Исходно	4 месяца	Исходно	4 месяца	
ФФ	50,00 [37,5 ; 58,5]	85 [75,0 ; 90,0]	50,00 [37,5 ; 60,0]	60 [55,0 ; 85,0]	0,003*
P**	<0,001**		<0,001**		
РФ	0,00 [0,0 ; 50,0]	75 [75,0;100,0]	25,00 [0,0 ; 50,0]	50 [25,0 ; 87,5]	0,003*
P**	<0,001**		<0,001**		
ИБ	32,00 [22,0 ; 51,0]	82 [74,0;100,0]	41,00 [31,5 ; 51,5]	62 [41,0 ; 74,0]	<0,001*
P**	<0,001**		<0,001**		
ОЗ	50,00 [45,0; 71,0]	72 [67,0; 81,0]	45,00 [36,0 ; 53,5]	52 [40,0 ; 59,5]	<0,001*
P**	<0,001**		0,04**		

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами, используемый метод - критерий Уилкоксона; ** – достоверность различий в динамике (исходно и через 4 месяца), используемый метод - U–критерий Манна–Уитни; ФФ – физическое функционирование, РФ – ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием, ИБ – интенсивность боли, ОЗ – общее состояние здоровья

В динамике у пациентов обследуемых групп отмечалось статистически значимое ($p < 0,001$) изменение показателей физического функционирования, ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием, интенсивности боли, общего состояния здоровья, что свидетельствует об улучшении данных аспектов качества жизни пациентов и позволяет констатировать, что хирургическое лечение радикулопатапии в виде

микродискэктомии является эффективной терапевтической стратегией, которая значимо улучшает физическую составляющую здоровья пациентов. В отдаленном периоде наблюдения (спустя 4 месяца) у пациентов основной группы после применения разработанной методики реабилитации физический компонент здоровья и все его составляющие были статистически значимо ($p < 0,001$) выше по сравнению с пациентами контрольной группы (рисунок 5).

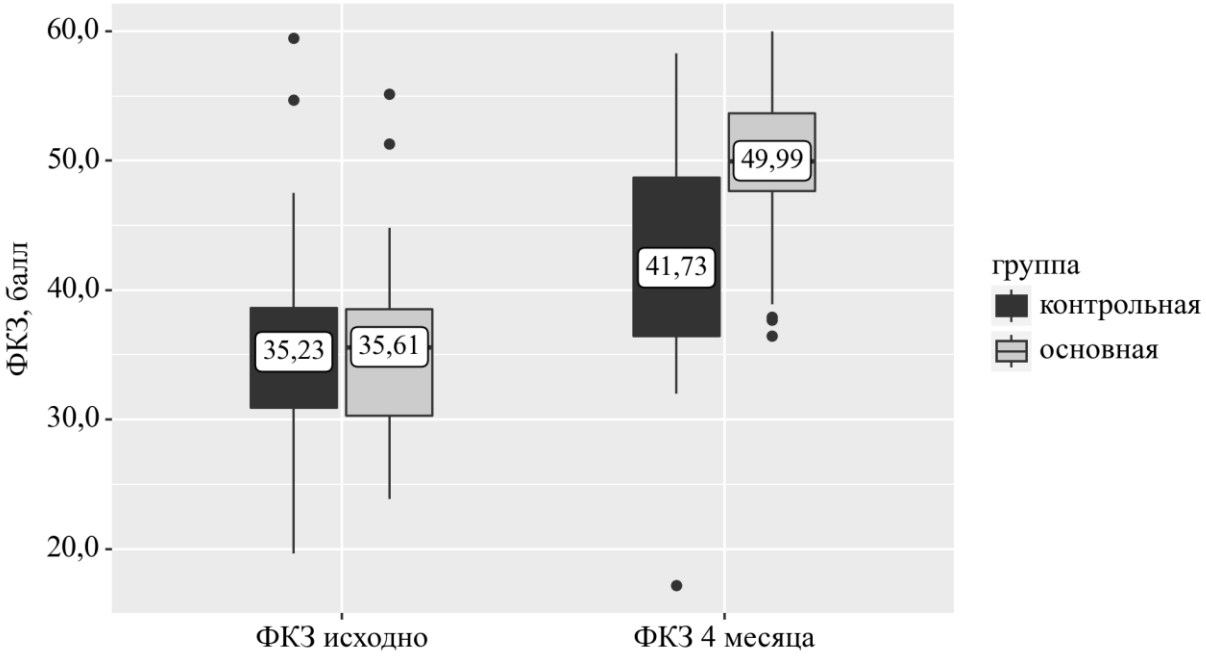


Рисунок 5 – Физический компонент здоровья согласно опроснику SF-36 у пациентов основной и контрольной групп

Примечание: ФКЗ – физический компонент здоровья

Анализ психологического компонента здоровья, согласно опроснику SF-36, включающего показатели жизненной активности (ЖА), социального функционирования (СФ), ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием (РЭ), психического здоровья (ПЗ), представлен в таблице 39.

Таблица 39 – Динамические показатели SF-36, отражающие психологический компонент здоровья

Показатель	Группа, период наблюдения				P*
	Основная (n=35) Me [Q_1 – Q_3]		Контрольная (n=35) Me [Q_1 – Q_3]		
	Исходно	4 месяца	Исходно	4 месяца	
ЖА	45,00 [32,5 ; 55,0]	70 [65,0 ; 80,0]	45,00 [35,0 ; 55,0]	50 [47,5 ; 65,0]	<0,001*
P**	<0,001**		<0,001**		
СФ	50,00 [37,5 ; 62,5]	87,5 [75,0;100,0]	50,00 [37,5 ; 62,5]	62,5 [50,0 ; 75,0]	<0,001*
P**	<0,001**		<0,001**		
РЭ	33,33 [0,0 ; 66,67]	100,0 [66,67;100,0]	33,33 [0,0 ; 66,67]	33,33 [33,33 ; 100,0]	0,002*
P**	<0,001**		<0,001**		
ПЗ	52,0 [38,0 ; 64,0]	72,0 [68,0 ; 80,0]	52,0 [50,0 ; 64,0]	52,0 [48,0 ; 66,0]	<0,001*
P**	<0,001**		0,601		

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1;Q3]; * – достоверность различий между группами, используемый метод - критерий Уилкоксона; ** – достоверность различий в динамике (исходно и через 4 месяца), используемый метод - U–критерий Манна–Уитни; ЖА – жизненная активность, СФ – социальное функционирование, РЭ – ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием, ПЗ – психическое здоровье

В динамике у пациентов обследуемых групп отмечалось статистически значимое (<0,001) изменение показателей жизненной активности, социального функционирования, ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием, однако показатели психического здоровья у пациентов контрольной группы в динамике достоверно не изменялись.

Хирургическое лечение радикулопатиии в меньшей степени влияет на психологическую составляющую здоровья, в этой связи применение индивидуализированных реабилитационных подходов может быть обосновано. Об этом свидетельствует проведенный сравнительный анализ психологического компонента здоровья согласно опроснику SF-36 (рисунок 6).

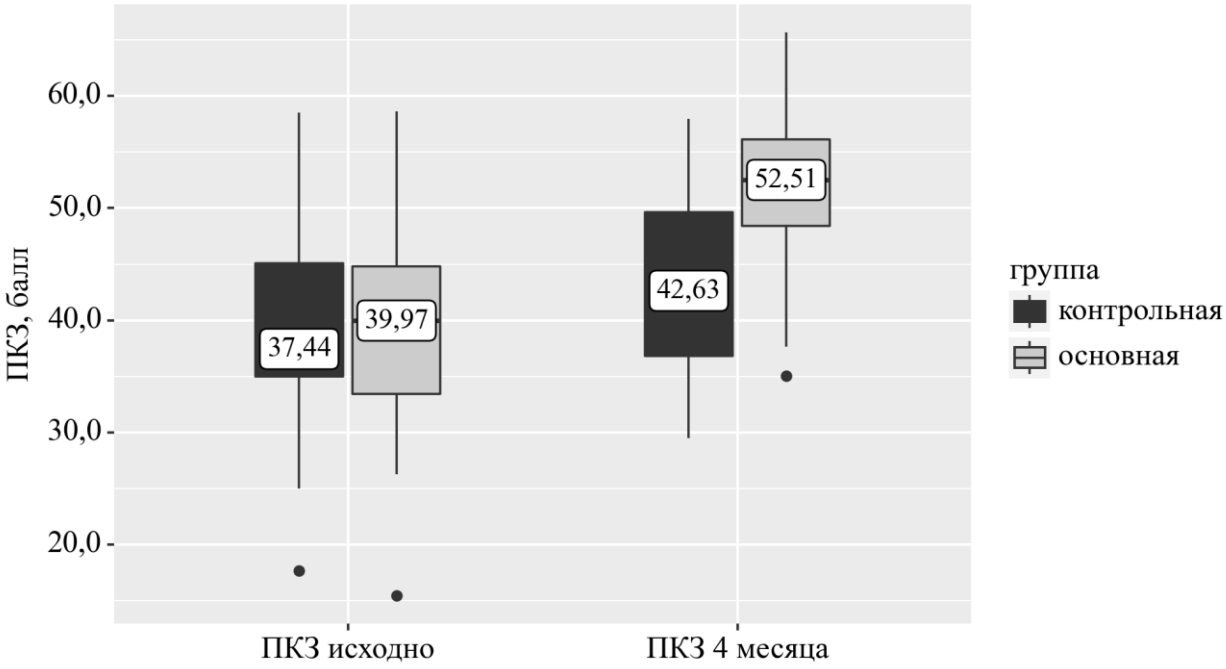


Рисунок 6 – Психологический компонент здоровья пациентов основной и контрольной групп

Примечание: ПКЗ – психологический компонент здоровья

При сравнении параметров психологического компонента здоровья у пациентов обследуемых групп исходно не удалось выявить их статистически значимых различий. Через 4 месяца отмечались достоверные ($p < 0,001$) различия данного показателя, причем у пациентов основной группы они значительно улучшились. Это свидетельствует о позитивном влиянии разработанной методики реабилитации на основные параметры качества жизни пациентов, как на физические, так и на психологические его составляющие.

Качество жизни, связанное с болью в нижней части спины, у пациентов обследуемых групп определялось по опроснику Освестри (таблица 40).

Таблица 40 – Качество жизни у пациентов обследуемых групп (%)

Группа обследования	Этапы наблюдения						P**
	Исходно		30 дней		4 месяца		
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
основная (n=35)	42,07 ± 15,18	36,86 – 47,29	18,37 ± 8,55	15,44 – 21,31	10,81 ± 7,30	8,31 – 13,32	< 0,001**
контрольная (n=35)	34,97 ± 16,80	29,20 – 40,74	21,86 ± 11,44	17,93 – 25,79	16,60 ± 9,47	13,35 – 19,85	< 0,001**
P*	0,068		0,153		0,006*		–

Примечание: данные представлены в виде M±SD. * – достоверность различий между группами, используемый метод: критерий Фишера с повторными измерениями; ** - достоверность различий в динамике: исходно, через 30 дней, 4 месяца, используемый метод - t–критерий Стьюдента. Различия статистически значимы при $p < 0,05$;

Уже через 30 дней показатели опросника Освестри у пациентов основной и контрольной групп в динамике статистически значимо ($p < 0,001$) снижались, Это свидетельствует об улучшении основных показателей качества жизни. Данная тенденция сохранилась и в отдаленном периоде наблюдения, спустя 4 месяца данные показатели были статистически значимо ($p < 0,001$) ниже по сравнению как с исходными данными, так и со значениями, полученными через 30 дней, что свидетельствует о дальнейшем улучшении качества жизни обследуемых пациентов.

Сравнивая параметры качества жизни у пациентов основной и контрольной групп, исходно и спустя 30 дней, не было выявлено их статистически значимых изменений ($p = 0,068$ и $p = 0,153$ соответственно). Через 4 месяца данные показатели у пациентов основной группы достоверно ($p = 0,006$) улучшились по сравнению с пациентами контрольной группы (рисунок 7).

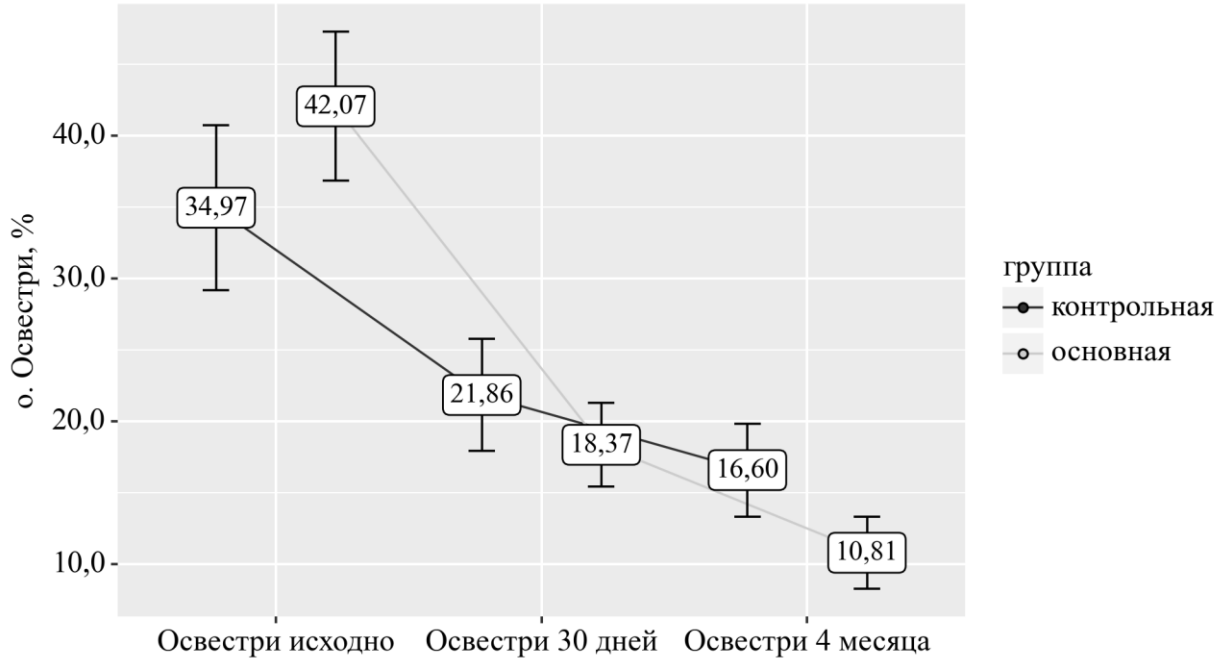


Рисунок 7 – Анализ динамики КЖ согласно опроснику Освестри в зависимости от группы обследования

Выраженность нарушения качества жизни оценивалась следующим образом: 0% - нарушение качества жизни отсутствует, от 1 до 20% - минимальные нарушения, от 21 до 40% - умеренные нарушения, от 41 до 60% - выраженные нарушения, от 61 до 100% - инвалидизирующие нарушения, полученные данные представлены в таблице 41.

Таблица 41 – Выраженность нарушений качества жизни согласно опроснику Освестри

Период наблюдения	Выраженность нарушений КЖ	Группа обследования (абс., %)		P
		Основная (n=35)	Контрольная (n=35)	
Исходно	минимальные	2 (5,7)	6 (17,1)	0,098
	умеренные	15 (42,9)	19 (54,3)	
	выраженные	12 (34,3)	8 (22,9)	
	инвалидизирующие	6 (17,1)	2 (5,7)	
30 дней	отсутсвуют	2 (5,7)	2 (5,7)	0,380
	миниальные	18 (51,4)	13 (37,1)	
	умеренные	15 (42,9)	18 (51,4)	
	выраженные	0 (0,0)	2 (5,7)	
4 месяца	отсутсвуют	2 (5,7)	2 (5,7)	0,268
	минимальные	30 (85,7)	24 (68,6)	
	умеренные	3 (8,6)	8 (22,9)	
	выраженные	0 (0,0)	1 (2,9)	

Примечание: Примечание: абс. – абсолютное число, % - доля обследованных; используемый метод: Хи-квадрат Пирсона, различия показателей статистически значимы при $p < 0,05$.

Полученные данные свидетельствуют о том, что исходно у большинства пациентов как основной, так и контрольной групп отмечались умеренные и выраженные нарушения качества жизни согласно опроснику Освестри. Через 30 дней у большинства пациентов основной группы (51,4%) нарушения качества жизни носили минимальный характер, у большинства пациентов контрольной группы (51,4%) отмечались умеренные нарушения, при этом как в основной, так и в контрольной группах по 2 пациента не отмечали каких -либо нарушений, связанных с болью в спине. Спустя 4 месяца у 30 (85,7%) пациентов основной группы и у 24 (68,6%) контрольной отмечались минимальные изменения качества жизни, связанные с болью в спине, также отмечено, что при применении разработанного способа реабилитации выраженных нарушений качества жизни у пациентов основной группы не отмечалось.

Таким образом, проведение реабилитации пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии положительно влияет на основные аспекты качества жизни по данным двух шкал: SF-36 (отражает как физический, так и психологический компоненты здоровья), а также опросника Освестри (более специфичный для пациентов с болью в нижней части спины). Получены статистически значимые различия физического компонента здоровья по шкале SF-36, который спустя 4 месяца составил 49,99±5,97 и 41,73±8,75 балла соответственно у пациентов основной и контрольной групп, а также психологического компонента здоровья – 52,51±6,7 и 42,63±7,98 балла соответственно. Отмечено, что показатели психического здоровья у пациентов контрольной группы в динамике существенно не изменялись, что свидетельствует о том, что хирургическое лечение пояснично-крестцовой радикулопатиии существенно не влияет на психологическую составляющую здоровья, в этой связи применение индивидуализированных реабилитационных подходов является обоснованным, позволяя влиять и на данную сферу. Также спустя 4 месяца получены статистически значимые ($p < 0,001$) отличия показателя КЖ у пациентов основной и контрольной групп согласно опроснику

Освестри – 10,81 ± 7,3% и 16,6 ± 9,47% соответственно. Кроме того, спустя 30 дней у большинства пациентов основной группы (51,4%) отмечались минимальные нарушения качества жизни по сравнению с пациентами контрольной группы, где преобладали умеренные нарушения (51,4%). Через 4 месяца у пациентов основной группы выраженных нарушений качества жизни не отмечалось.

3.6. Клинические наблюдения

Клинический случай 1 – основная группа.

Пациентка И., 40 лет. Жалобы на боль в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в правую ногу по задней поверхности до середины голени (7 баллов ЧРШ) с ощущением жжения, онемение правой голени и стопы, слабость в мышцах правой стопы. Анамнез заболевания: боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в правую ногу появились 2 месяца назад остро после физической нагрузки. МРТ - выявлена секвестрированная парамедианная правосторонняя грыжа межпозвонкового диска на уровне LV-SI с каудальной миграцией и дискорадикулярным конфликтом. Консервативное медикаментозное лечение с применением НПВП, миорелаксантов центрального действия, витаминов группы В на протяжении 4 недель без существенного эффекта, назначена консультация нейрохирурга, установлен клинический диагноз: дорсопатия, секвестрированная грыжа диска LV-SI, вертеброгенная радикулопатия S1 справа, рекомендовано оперативное лечение, выполнена микродискэктомия по поводу грыжи диска LV-S1. В связи сохраняющимися двигательными нарушениями в правой стопе через 10 дней пациентка направлена к врачу ЛФК, продолжила лечение в реабилитационном центре.

Объективно: уровень сознания по шкале комы Глазго 15 баллов. Кожные покровы и видимые слизистые чистые, розовые. В легких дыхание везикулярное, хрипов нет. Границы сердца в пределах возрастной нормы, аускультативно тоны сердца ясные, ритмичные. АД 120/80, пульс 77 ударов в минуту, ритмичный. Живот

при пальпации мягкий, безболезненный. Стул, диурез в норме. Послеоперационный рубец в области LV-SI без признаков воспаления. Неврологический статус: в сознании, ориентирована в месте, времени, собственной личности, адекватна, речь не нарушена. Черепно-мозговые нервы без патологии. Положение активное, поза физиологическая, форма позвоночника не нарушена. Ограничение подвижности в поясничном отделе позвоночника. Мышечная сила в верхних конечностях 5 баллов. Мышечная сила в нижних конечностях снижена в подошвенных сгибателях правой стопы до трех баллов. Мышечный тонус нормотоничен D=S. Физиологические рефлексы с рук D=S, живые, с ног: коленные рефлексы D=S, живые, ахилловы рефлексы D<S, подошвенные рефлексы D=S, сохранны. Патологические стопные и кистевые рефлексы отрицательны. Гипестезия болевой и температурной чувствительности в зоне иннервации S1 корешка справа. Менингеальные симптомы не выявлены. Походка изменена, прихрамывает на правую ногу с укороченным шагом правой ногой и нарушением «переката» правой стопы. Пальпация остистых отростков по ходу позвоночника болезненна в области LV-SI. Дефанс длинных мышц спины. Симптом Ласега справа 40°.

Данные обследования: общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимическое исследование крови, ЭКГ без патологических отклонений. МРТ поясничного отдела позвоночника: срединная секвестрированная грыжа диска на уровне LV-SI с правосторонней латерализацией и признаками дискорадикулярного конфликта. Согласно опроснику качества жизни Освестри, исходные показатели качества жизни составили 44%, по данным опросника SF-36 – физический компонент здоровья – 35,5 балла, психологический компонент здоровья – 38,6 балла.

Установлен клинический диагноз: вертеброгенная радикулопатия S1 справа. Мышечно-тонический, болевой синдром. Парез m. gastrocnemius dexter 3 балла. Состояние после микродискэктомии LV-SI.

В 1-й день пациентке выполнена стимуляционная ЭНМГ с оценкой амплитуды и резидуальной латентности М-ответа, а также латентности f-волны с

малоберцового и большеберцового нервов с последующей сегментарной магнитной стимуляцией с целью определения корешковой задержки, а также минимального порога вызванного моторного ответа для корешков L5 и S1 с обеих сторон с m. abductor hallucis и m. extensor digtorum brevis соответственно с точкой стимуляции на уровне III-IV поясничных позвонков на 3-5 см латеральнее остистых отростков для корешка L5 и в области задней верхней подвздошной ости для корешка S1. Показатели стимуляционной ЭНМГ и сегментарной магнитной стимуляции представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Исходные показатели стимуляционной ЭНМГ пациентки основной группы

Параметры	Пораженный корешок (исследуемая мышца)			
	L5 (m. extensor digtorum brevis)		S1 (m. abductor hallucis)	
	dexter	sinister	dexter	sinister
Амплитуда М-ответа (мкВ)	2,4	5,6	1,0	4,4
Резидуальная латентность М-ответа (мс)	6,09	1,95	3,89	2,11
Латентность F-волны (мс)	54,7	54,3	53,1	48,9
Минимальный порог ВМО (%)	38	24	33	29
Корешковая задержка (мс)	3,73	1,56	5,1	2,14

У пациентки выявлено увеличение корешковой задержки S1 до 5,1мс и L5 до 3,73мс, что свидетельствовало о признаках аксонального поражения соответствующих корешков.

После нейрофизиологической диагностики проведен сеанс реабилитации с применением рПМС в положении пациента лежа на животе в объеме 1500 импульсов с частотой 1 Гц и надпороговым стимулом 110% интенсивности от минимального порога ВМО, который составил 38% с корешка L5 и 33% с корешка S1 при локализации койла на уровне задней верхней подвздошной ости справа. Параметры лечебной стимуляции составили 42% от максимальной мощности стимула прибора. Длительность процедуры составляла 30 минут.

После проведения лечебной рПМС выполнялась диагностическая аппаратная динамометрия мышц здоровой, а затем пораженной конечности с определением максимального пикового крутящего момента (МПК) m. gastrocnemius и m. tibialis anterior (Н/м) в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом

изокинетическом сокращениях с помощью аппарата HUMAC Norm компании CIBEX (США).

В положении пациента лежа на спине нижняя конечность фиксировалась в приводе аппарата со сгибанием в коленном суставе под углом 120°, производилось определение максимальных углов активного движения стопы в положениях тыльного и подошвенного сгибания с их фиксацией, составивших 13° и 29° соответственно. Исходные показатели диагностической аппаратной динамометрии представлены в таблице 43, рисунках 8,9.

Таблица 43 – Исходные показатели диагностической аппаратной динамометрии пациентки основной группы

Параметры	Обследуемая мышца			
	m. gastrocnemius		m. tibialis anterior	
	dexter	sinister	dexter	sinister
МПК изометрия (Н/м)	32	42	20	27
МПК изокинетика концентрика (Н/м)	50	81	49	50
МПК изокинетика эксцентрика (Н/м)	52	85	52	54

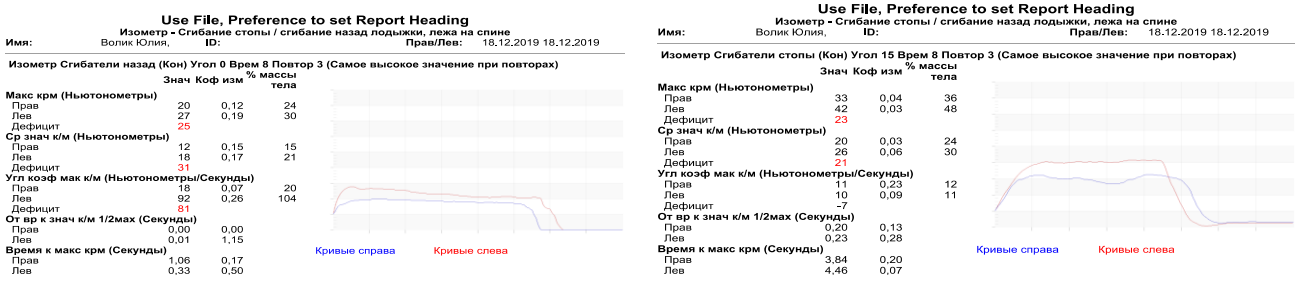
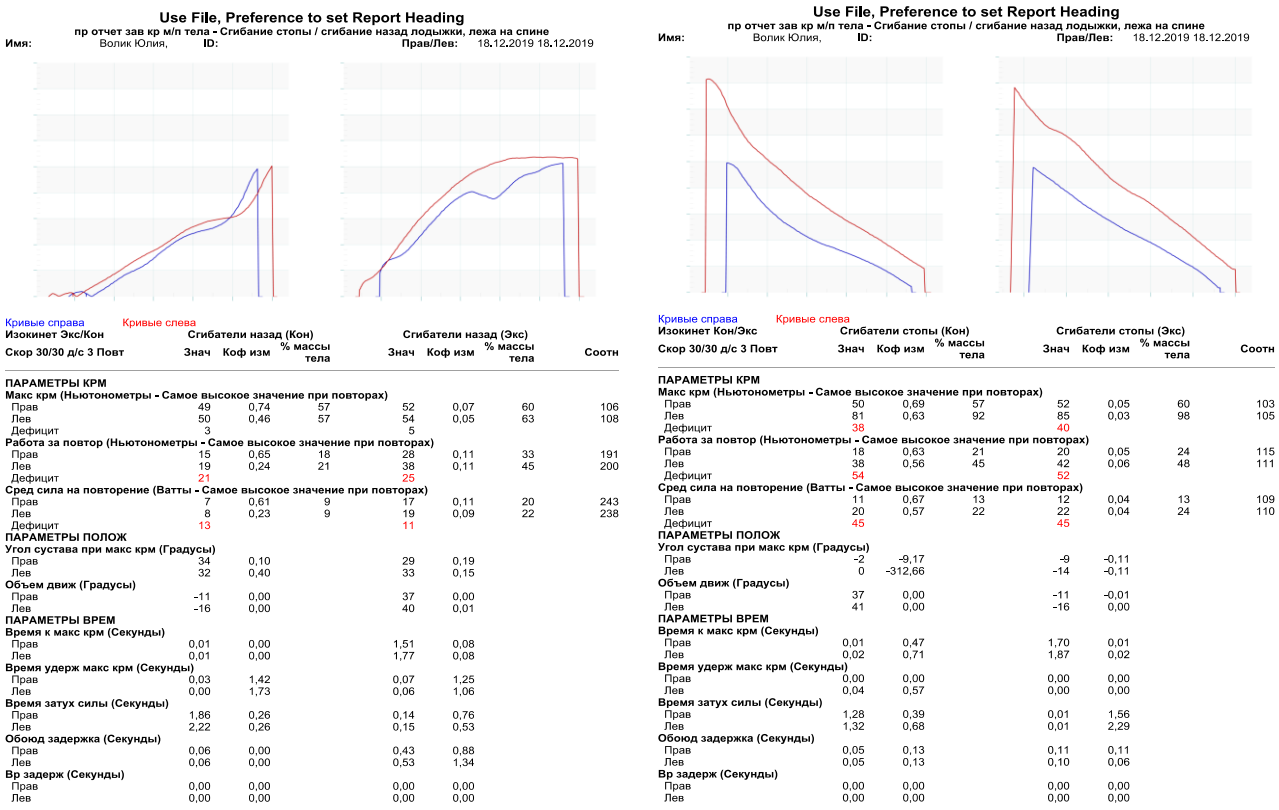


Рисунок 8 – Исходные показатели диагностической аппаратной изометрической динамометрии пациентки основной группы



Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 18.12.2019 18.12.2019

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Экс/Кон	Сгибатели назад (Кон)			Сгибатели назад (Экс)			
Скор 30/30 д/с 3 Повт	Знач	Коф изм	% массы тела	Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	49	0,74	57	52	0,07	60	106
Лев	50	0,46	57	54	0,05	63	108
Дефицит	3			5			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	15	0,65	18	28	0,11	33	191
Лев	19	0,24	21	38	0,11	45	200
Дефицит	21			25			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	7	0,61	9	17	0,11	20	243
Лев	8	0,23	9	19	0,09	22	238
Дефицит	13			11			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	34	0,10		29	0,19		
Лев	32	0,40		33	0,15		
Объем движ (Градусы)							
Прав	-11	0,00		37	0,00		
Лев	-16	0,00		40	0,01		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	0,00		1,51	0,08		
Лев	0,01	0,00		1,77	0,08		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,03	1,42		0,07	1,25		
Лев	0,00	1,73		0,06	1,06		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,86	0,26		0,14	0,76		
Лев	2,22	0,26		0,15	0,53		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,06	0,00		0,43	0,88		
Лев	0,06	0,00		0,53	1,34		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		

Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 18.12.2019 18.12.2019

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Кон/Экс	Сгибатели стопы (Кон)			Сгибатели стопы (Экс)			
Скор 30/30 д/с 3 Повт	Знач	Коф изм	% массы тела	Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	50	0,69	57	52	0,05	60	103
Лев	81	0,63	92	85	0,03	98	105
Дефицит	38			40			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	18	0,63	21	20	0,05	24	115
Лев	38	0,56	45	42	0,06	48	111
Дефицит	54			52			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	11	0,67	13	12	0,04	13	109
Лев	20	0,57	22	22	0,04	24	110
Дефицит	45			45			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	-2	-9,17		-9	-0,11		
Лев	0	-312,66		-14	-0,11		
Объем движ (Градусы)							
Прав	37	0,00		-11	-0,01		
Лев	41	0,00		-16	0,00		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	0,47		1,70	0,01		
Лев	0,02	0,71		1,87	0,02		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,04	0,57		0,00	0,00		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,28	0,39		0,01	1,56		
Лев	1,32	0,68		0,01	2,29		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,05	0,13		0,11	0,11		
Лев	0,05	0,13		0,10	0,06		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		

Рисунок 9 – Исходные показатели диагностической аппаратной изокинетической динамометрии пациентки основной группы

Согласно полученным данным, выявлено снижение мышечной силы тыльных и подошвенных сгибателей правой стопы.

После чего в заданном фиксированном положении стопы проводилась аппаратная тренировка плантарных и дорсальных сгибателей в режиме пассивной разработки движений (CPM) при угловой скорости 15°/с. Протокол включал один цикл разминки, в ходе которого пациентка создавала концентрическое усилие (50 % от максимального) в направлении подошвенного сгибания в установленном диапазоне амплитуды (29°). Последующая фаза эксцентрического сокращения предполагала оказание максимального сопротивления внешнему воздействию привода при его движении в направлении тыльного сгибания. После минутного перерыва выполнялись еще два основных подхода с попеременными концентрическими и эксцентрическими сокращениями в направлении подошвенной флексии. Затем в объеме одного разминочного и двух основных подходов осуществлялись концентрическое и эксцентрическое сокращения в направлении тыльной флексии стопы в пределах ранее заданного угла (13°). Первая

тренировка включала 3 подхода по 8 повторений в направлении тыльной и подошвенной флексии и отдыхом по 2 минуты между подходами.

Параллельно с изокинетической реабилитацией проводилась электростимуляция m. tibialis anterior и m. gastrocnemius с помощью дистанционного четырехканального электромиостимулятора Chattanooga Wireless Pro в программе «гемиплегическая стопа» с фиксацией электродов на соответствующих мышцах в области сухожильно-мышечного перехода и брюшке. Стимуляция сокращения мышц осуществлялась вручную дистанционно врачом в фазу их концентрического сокращения. Частота стимулов составляла 50 Гц, интенсивность стимуляции регулировалась индивидуально с увеличением до видимого сокращения мышцы без болевых ощущений, длительность стимуляции составляла 3 секунды. Паузы между стимуляциями составляли 5 секунд, что соответствовало длительности эксцентрического сокращения мышц. Общее время стимуляции было сопоставимо с длительностью изокинетической тренировки и составляло 30 минут.

На следующий день выполнен второй сеанс реабилитации, включающий рПМС, тренировку паретически измененных мышц в режиме CPM в сочетании с электростимуляцией m. tibialis anterior и m. gastrocnemius.

На 3-й день выполнен третий сеанс реабилитации, при выполнении аппаратной тренировки мышц в режиме CPM произвели увеличение количества повторений в каждом подходе до 10.

На 5-й день болевая симптоматика уменьшилась до 2-х баллов по ЧРШ, симптом Ласега регрессировал, сила подошвенных сгибателей правой стопы наросла до 4 баллов (разница показателей аппаратной динамометрии по сравнению с интактной нижней конечностью менее 20%), в связи с чем аппаратная реабилитация в режиме CPM была заменена на изокинетическую тренировку в объеме одного разминочного и трех основных подходов по 10 повторений.

После двухдневного отдыха на 8-й день выполнен 6-й сеанс реабилитации с аналогичными параметрами стимуляции и изокинетической тренировки. Седьмой и восьмой сеансы реабилитации выполнены с аналогичными параметрами

стимуляции, изокинетическая тренировка включала 5 подходов по 10 повторений, девятый и десятый сеансы реабилитации выполнены с аналогичными параметрами стимуляции. Изокинетическая тренировка включала 6 подходов по 10 повторений, к десятому сеансу отмечены регресс боли до 0 баллов по ЧРШ, нарастание мышечной силы в правой стопе до 5 баллов.

После проведения 10 сеансов спустя 30 дней осуществлена оценка нейрофизиологических параметров, которые представлены в таблице 44.

Таблица 44 – Нейрофизиологические параметры пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 30 дней

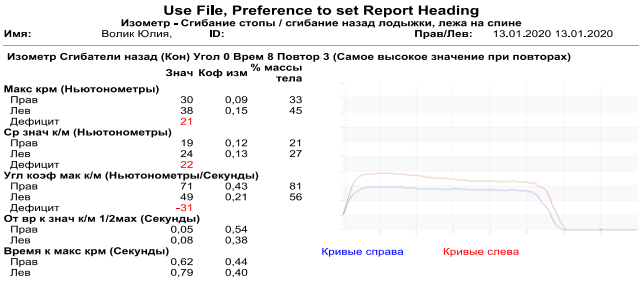
Параметры	Пораженный корешок (исследуемая мышца)			
	L5 (m. extensor digtorum brevis)		S1 (m. abductor hallucis)	
	dexter	sinister	dexter	sinister
Амплитуда М-ответа (мкВ)	2,8	5,9	1,8	5,8
Резидуальная латентность М-ответа (м/с)	5,17	2,84	2,45	2,22
Латентность F-волны (мс)	53,1	53,1	52,5	51,9
Минимальный порог ВМО (%)	29	30	31	21
Корешковая задержка (мс)	2,86	1,05	3,03	2,14

Отмечалось – снижение минимального порога ВМО, который составил 29% с корешка L5 и 31% – с корешка S1. Время проведения импульса по корешковой системе снизилось с 3,73 мс до 2,86 мс с корешка L5 и с 5,1 мс до 3,03 мс – с корешка S1.

Выполнена диагностическая аппаратная динамометрия, параметры которой представлены в таблице 45, рисунках 10,11.

Таблица 45 – Показатели диагностической аппаратной динамометрии пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 30 дней

Параметры	Обследуемая мышца			
	m. gastrocnemius		m. tibialis anterior	
	dexter	sinister	dexter	sinister
МПК изометрия (Н/м)	30	35	30	38
МПК изокинетика концентрика (Н/м)	69	81	45	52
МПК изокинетика эксцентрика (Н/м)	80	91	52	57



Use File, Preference to set Report Heading

Изометр - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 13.01.2020 13.01.2020

Изометр Сгибатели назад (Кон) Угол 0 Врем 8 Повтор 3 (Самое высокое значение при повторах)

	Знач	Коф изм	% массы тела
Макс крм (Ньютонометры)			
Прав	30	0,09	33
Лев	38	0,15	45
Дефицит	21		
Ср знач к/м (Ньютонометры)			
Прав	19	0,12	21
Лев	24	0,13	27
Дефицит	22		
Угл коэф мак к/м (Ньютонометры/Секунды)			
Прав	71	0,43	81
Лев	49	0,21	56
Дефицит	-31		
От вр к знач к/м 1/2мах (Секунды)			
Прав	0,05	0,54	
Лев	0,08	0,38	
Время к макс крм (Секунды)			
Прав	0,62	0,44	
Лев	0,79	0,40	

Кривые справа Кривые слева



Use File, Preference to set Report Heading

Изометр - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

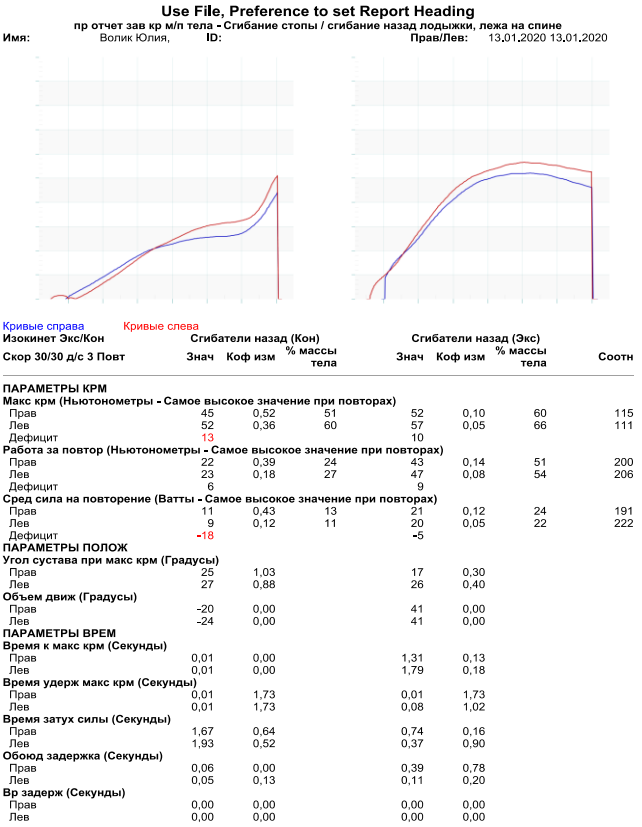
Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 13.01.2020 13.01.2020

Изометр Сгибатели стопы (Кон) Угол 15 Врем 8 Повтор 3 (Самое высокое значение при повторах)

	Знач	Коф изм	% массы тела
Макс крм (Ньютонометры)			
Прав	30	0,01	33
Лев	35	0,06	39
Дефицит	15		
Ср знач к/м (Ньютонометры)			
Прав	23	0,03	27
Лев	28	0,22	33
Дефицит	19		
Угл коэф мак к/м (Ньютонометры/Секунды)			
Прав	15	0,38	17
Лев	8	0,13	9
Дефицит	-47		
От вр к знач к/м 1/2мах (Секунды)			
Прав	0,13	0,34	
Лев	0,17	0,17	
Время к макс крм (Секунды)			
Прав	3,14	0,43	
Лев	4,98	0,15	

Кривые справа Кривые слева

Рисунок 10 – Показатели диагностической аппаратной изометрической динамометрии пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 30 дней



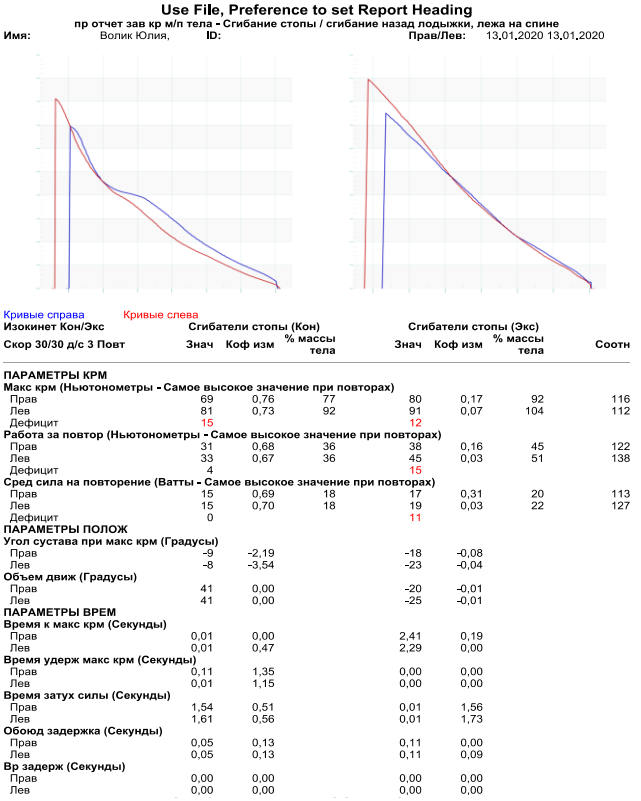
Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 13.01.2020 13.01.2020

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Экс/Кон	Сгибатели назад (Кон)			Сгибатели назад (Экс)			
Скор 30/30 д/с 3 Повт	Знач	Коф изм	% массы тела	Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	45	0,52	51	52	0,10	60	115
Лев	52	0,36	60	57	0,05	66	111
Дефицит	13			10			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	22	0,39	24	43	0,14	51	200
Лев	23	0,18	27	47	0,08	54	206
Дефицит	6			9			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	11	0,43	13	21	0,12	24	191
Лев	9	0,12	11	20	0,05	22	222
Дефицит	-18			-5			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	25	1,03		17	0,30		
Лев	27	0,88		26	0,40		
Объем движ (Градусы)							
Прав	-20	0,00		41	0,00		
Лев	-24	0,00		41	0,00		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	0,00		1,31	0,13		
Лев	0,01	0,00		1,79	0,18		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	1,73		0,01	1,73		
Лев	0,01	1,73		0,08	1,02		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,67	0,64		0,74	0,16		
Лев	1,93	0,52		0,37	0,90		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,06	0,00		0,39	0,78		
Лев	0,05	0,13		0,11	0,20		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		



Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 13.01.2020 13.01.2020

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Кон/Экс	Сгибатели стопы (Кон)			Сгибатели стопы (Экс)			
Скор 30/30 д/с 3 Повт	Знач	Коф изм	% массы тела	Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	69	0,76	77	80	0,17	92	116
Лев	81	0,73	92	91	0,07	104	112
Дефицит	15			12			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	31	0,68	36	38	0,16	45	122
Лев	33	0,67	36	45	0,03	51	138
Дефицит	4			15			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	15	0,69	18	17	0,31	20	113
Лев	15	0,70	18	19	0,03	22	127
Дефицит	0			11			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	-9	-2,19		-18	-0,08		
Лев	-8	-3,54		-23	-0,04		
Объем движ (Градусы)							
Прав	41	0,00		-20	-0,01		
Лев	41	0,00		-25	-0,01		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	0,00		2,41	0,19		
Лев	0,01	0,47		2,29	0,00		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,11	1,35		0,00	0,00		
Лев	0,01	1,15		0,00	0,00		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,54	0,51		0,01	1,56		
Лев	1,61	0,56		0,01	1,73		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,05	0,13		0,11	0,00		
Лев	0,05	0,13		0,11	0,09		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		

Рисунок 11 – Показатели диагностической аппаратной изокинетической динамометрии пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 30 дней

Отмечена положительная динамика в форме нарастания максимального пикового крутящего момента m. gastrocnemius в концентрическом и эксцентрическом сокращениях с 50 до 69 Н/м и с 52 до 80 Н/м соответственно. Максимальный пиковый крутящий момент m. tibialis anterior после проведения реабилитации значительно не изменился, динамика составила с 49 до 45 Н/м и с 50 и 52 Н/м в концентрическом и эксцентрическом сокращениях соответственно. Болевой синдром регрессировал, составив 0 баллов по ЧРШ, показатели качества жизни, согласно опроснику Освестри, значительно улучшились, составив 29%.

Были даны дальнейшие рекомендации, касающиеся сохранения двигательной активности, избегания чрезмерных физических нагрузок, продолжено динамическое наблюдение за пациентом.

Спустя 4 месяца после курса реабилитации проведена оценка нейрофизиологических параметров, данные представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Нейрофизиологические параметры пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 4 месяца

Параметры	L5 (m. extensor digtorum brevis)		S1 (m. abductor hallucis)	
	dexter	sinister	dexter	sinister
Амплитуда М-ответа (мкВ)	4,1	5,9	1,9	5,8
Резидуальная латентность М-ответа (м/с)	3,33	2,22	2,15	2,2
Латентность F-волны (мс)	51,1	52,3	51	52,2
Минимальный порог ВМО (%)	28	32	30	22
Корешковая задержка (мс)	2,83	1,65	2,87	2,58

Отмечалось снижение минимального порога ВМО, который составил 28% с корешка L5 и 30% – с корешка S1. Время проведения импульса по корешковой системе снизилось с 3,73 мс исходно до 2,83 мс с корешка L5 и с 5,1 мс исходно до 2,87 мс с корешка S1.

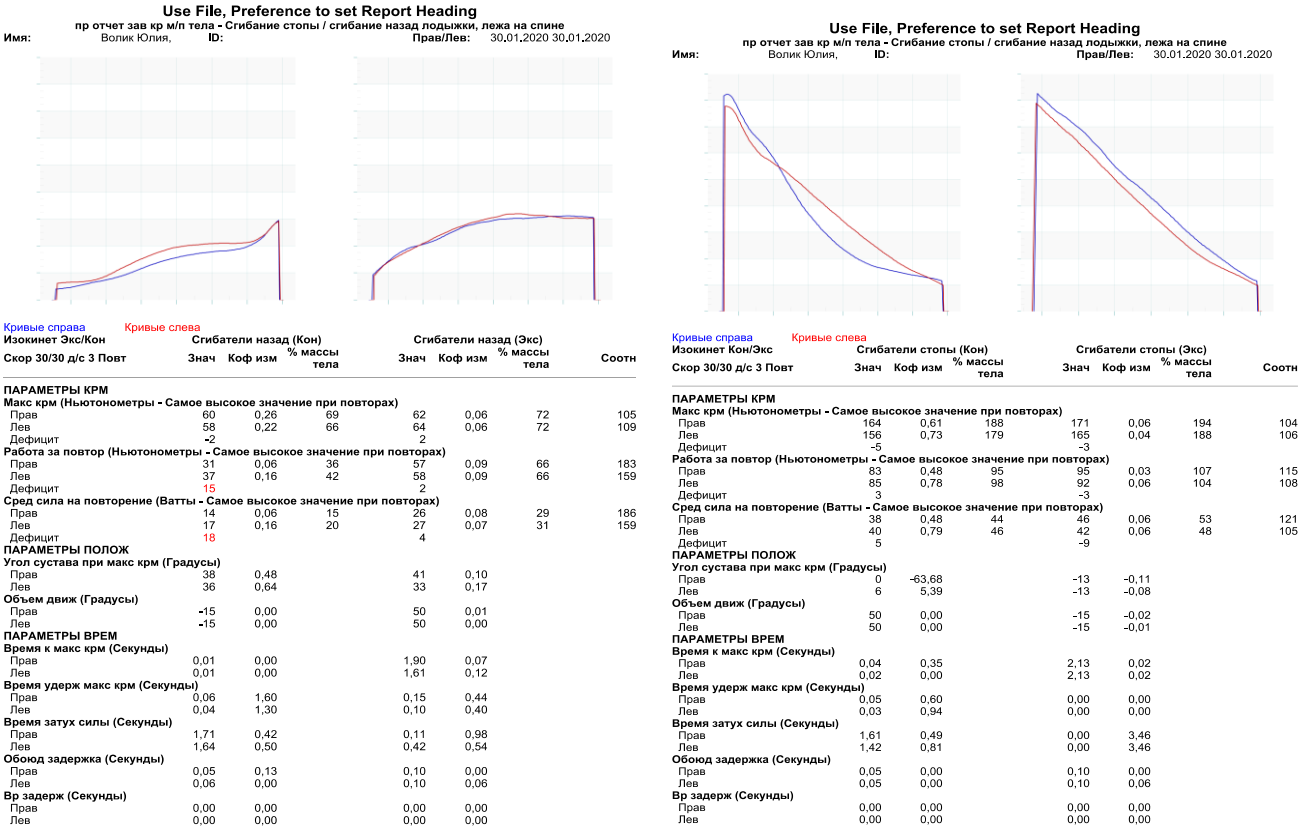
Проведена диагностическая аппаратная динамометрия, параметры которой представлены в таблице 47, рисунках 12,13.

Таблица 47 – Показатели диагностической аппаратной динамометрии пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 4 месяца

Параметры	m. gastrocnemius		m. tibialis anterior	
	dexter	sinister	dexter	sinister
МПК изометрия (Н/м)	71	77	35	30
МПК изокинетика концентрика (Н/м)	164	156	60	58
МПК изокинетика эксцентрика (Н/м)	171	165	62	64



Рисунок 12 – Показатели диагностической аппаратной изометрической динамометрии пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 4 месяца



Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 30.01.2020 30.01.2020

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Экс/Кон Скор 30/30 д/с 3 Повт	Сгибатели назад (Кон) Знач	Коф изм	% массы тела	Сгибатели назад (Экс) Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	60	0,26	69	62	0,06	72	105
Лев	58	0,22	66	64	0,06	72	109
Дефицит	-2			2			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	31	0,06	36	57	0,09	66	183
Лев	37	0,16	42	58	0,09	66	159
Дефицит	15			2			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	14	0,06	15	26	0,08	29	186
Лев	17	0,16	20	27	0,07	31	159
Дефицит	18			4			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	38	0,48		41	0,10		
Лев	36	0,64		33	0,17		
Объем движ (Градусы)							
Прав	-15	0,00		50	0,01		
Лев	-15	0,00		50	0,00		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	0,00		1,90	0,07		
Лев	0,01	0,00		1,61	0,12		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,06	1,60		0,15	0,44		
Лев	0,04	1,30		0,10	0,40		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,71	0,42		0,11	0,98		
Лев	1,64	0,50		0,42	0,54		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,05	0,13		0,10	0,00		
Лев	0,06	0,00		0,10	0,06		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		

Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Волик Юлия, ID: Прав/Лев: 30.01.2020 30.01.2020

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Кон/Экс Скор 30/30 д/с 3 Повт	Сгибатели стопы (Кон) Знач	Коф изм	% массы тела	Сгибатели стопы (Экс) Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	164	0,61	188	171	0,06	194	104
Лев	156	0,73	179	165	0,04	188	106
Дефицит	-5			-3			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	83	0,48	95	95	0,03	107	115
Лев	85	0,78	98	92	0,06	104	108
Дефицит	3			-3			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	38	0,48	44	46	0,06	53	121
Лев	40	0,79	46	42	0,06	48	105
Дефицит	5			-9			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	0	-63,68		-13	-0,11		
Лев	6	5,39		-13	-0,08		
Объем движ (Градусы)							
Прав	50	0,00		-15	-0,02		
Лев	50	0,00		-15	-0,01		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,04	0,35		2,13	0,02		
Лев	0,02	0,00		2,13	0,02		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,05	0,60		0,00	0,00		
Лев	0,03	0,94		0,00	0,00		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,61	0,49		0,00	3,46		
Лев	1,42	0,81		0,00	3,46		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,05	0,00		0,10	0,00		
Лев	0,05	0,00		0,10	0,06		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		

Рисунок 13 – Показатели диагностической аппаратной изокинетической динамометрии пациентки основной группы после курса реабилитации спустя 4 месяца

Отмечено нарастание мышечной силы правой стопы по сравнению с исходными параметрами в форме повышения МПК m. gastrocnemius в концентрическом и эксцентрическом сокращениях: с 50 до 164 Н/м и с 52 до 171 Н/м соответственно, в изометрическом режиме – с 32 до 71 Н/м; МПК m. tibialis anterior – с 49 до 60 Н/м и с 50 до 58 Н/м в концентрическом и эксцентрическом сокращениях соответственно, а также с 20 до 35 Н/м в изометрическом режиме. Мышечная сила в правой стопе полностью восстановилась. Рецидива болевого синдрома не отмечалось. Показатели качества жизни, согласно опроснику Освестри, значительно улучшились, составив 12%, согласно опроснику SF-36, физический компонент здоровья составил 48,5 балла, психологический компонент здоровья – 51,6 балла.

Клинический случай 2 – контрольная группа.

Пациентка Н., 39 л. Жалобы при поступлении на острую боль в поясничном отделе позвоночника (6 баллов по ЧРШ) с иррадиацией по задненаружной поверхности левой ноги до стопы, онемение и слабость мышц левой стопы, затруднения передвижения вследствие болевого синдрома, скованность мышц в поясничной области.

Анамнез заболевания: заболела 3 месяца назад остро после подъема тяжести, до этого периодически отмечала болезненность в поясничном отделе позвоночника на протяжении около 10 месяцев. Назначена МРТ поясничного отдела позвоночника, где выявлены признаки левосторонней секвестрированной грыжи диска LIV-L5. Назначена консультация нейрохирурга. Установлен клинический диагноз: дорсопатия, секвестрированная грыжа диска LIV-LV, вертеброгенная радикулопатия L5 слева, проведена терапия согласно имеющимся клиническим рекомендациям на протяжении 4 недель – без существенного эффекта, рекомендовано оперативное лечение. Выполнена микродискэктомия по поводу грыжи диска LIV-LV. В связи с сохраняющимися двигательными нарушениями в левой стопе через 10 дней пациентка направлена на консультацию к врачу-реабилитологу, продолжила лечение в реабилитационном центре.

Объективно: общее состояние удовлетворительное, сознание ясное, телосложение правильное, нормального питания. Кожные покровы и видимые слизистые чистые, обычной окраски, влажности. Послеоперационный рубец в области LIV-LV без признаков воспаления. В легких дыхание везикулярное, хрипов не прослушивается. АД 110/75 мм рт ст, пульс 74 удара в минуту, удовлетворительных свойств. Границы сердца в пределах возрастной нормы, тоны сердца ясные, ритмичные. Живот мягкий, безболезненный при пальпации. Стул, диурез в норме. Неврологический статус: со стороны черепно-мозговых нервов – без патологии. Сухожильные и периостальные рефлексы с верхних и нижних конечностей D=S, средней живости. Патологических стопных знаков, оболочечных симптомов не отмечено, гипестезия в дерматоме L5 слева, слабость тыльного сгибания левой стопы – до 3-х баллов. Нейроортопедическое обследование:

подвижность в поясничном отделе ограничена, симптом Ласега слева 40°, дефанс длинных мышц спины.

При обследовании: клинические анализы крови и мочи, биохимическое исследование крови, ЭКГ - патологических изменений не отмечено. МРТ поясничного отдела – признаки левосторонней секвестрированной грыжи диска LIV-LV. Согласно опроснику качества жизни Освестри, исходные показатели составили 37%, по шкале SF-36: физический компонент здоровья – 36,2 балла, психологический – 38,5 балла.

Установлен клинический диагноз: вертеброгенная радикулопатия L5 слева. Мышечно-тонический, болевой синдром. Парез m. tibialis anterior sinister 4 балла. Состояние после микродискэктомии LIV-LV.

В 1-й день пациентке выполнена стимуляционная ЭНМГ с последующей сегментарной магнитной стимуляцией с оценкой нейрофизиологических параметров, а именно – корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа корешков L5 и S1 с m. abductor hallucis и m. extensor digtorum brevis соответственно. Стимуляция осуществлялась на уровне 3-4 поясничных позвонков на 4 см латеральнее остистых отростков слева. Показатели стимуляционной ЭНМГ представлены в таблице 48.

Таблица 48 – Исходные показатели стимуляционной ЭНМГ пациентки контрольной группы

Параметры	L5 (m. extensor digtorum brevis)		S1 (m. abductor hallucis)	
	dexter	sinister	dexter	sinister
Амплитуда М-ответа (мкВ)	4,4	2,5	4,5	3,7
Резидуальная латентность М-ответа (мс)	1,97	6,02	2,09	2,78
Латентность F-волны (мс)	54,5	54,8	47,8	51,2
Минимальный порог ВМО (%)	19	27	21	28
Корешковая задержка (мс)	1,58	3,69	2,12	3,9

У пациентки выявлено увеличение корешковой задержки L5 слева до 3,69 мс, что свидетельствует о признаках аксонально-демиелинизирующего поражения. Выполнена диагностическая аппаратная динамометрия мышц здоровой, а затем пораженной конечности с определением максимального пикового крутящего

момента (МПК) m. gastrocnemius и m. tibialis anterior (Н/м) в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях с помощью аппарата HUMAC Norm. Показатели диагностической аппаратной динамометрии представлены в таблице 49, рисунках 14,15.

Таблица 49 – Исходные показатели диагностической аппаратной динамометрии пациентки контрольной группы

Параметры	m. gastrocnemius		m. tibialis anterior	
	dexter	sinister	dexter	sinister
МПК изометрия (Н/м)	31	30	35	7
МПК изокинетика концентрика (Н/м)	76	58	24	16
МПК изокинетика эксцентрика (Н/м)	85	66	43	18

Согласно полученным данным, выявлено снижение мышечной силы тыльных и подошвенных сгибателей левой стопы.



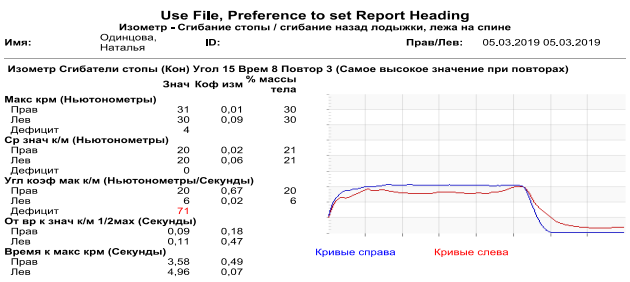
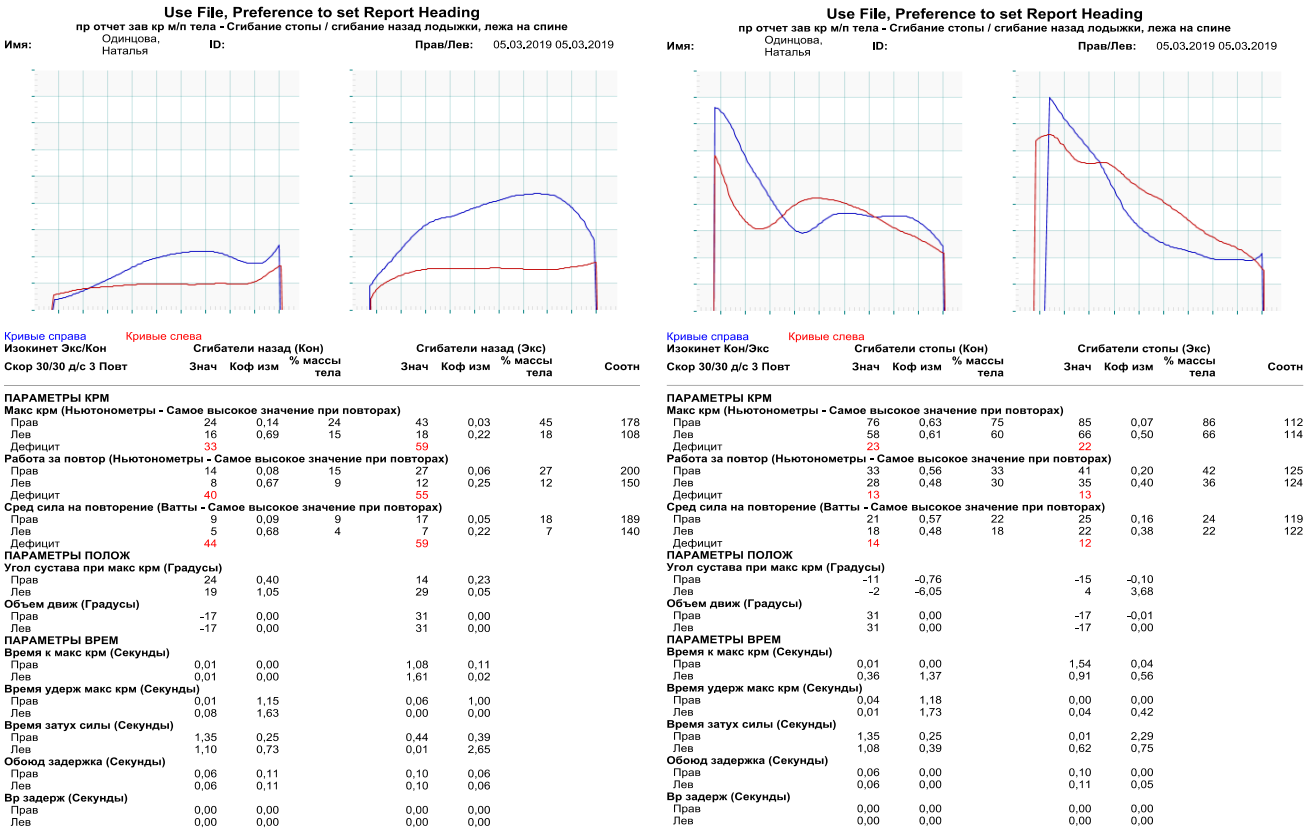


Рисунок 14 – Исходные показатели диагностической аппаратной изометрической динамометрии пациентки контрольной группы



Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Одинцова, Наталья ID: Прав/Лев: 05.03.2019 05.03.2019

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Экс/Кон	Сгибатели назад (Кон)			Сгибатели назад (Экс)			
Скор 30/30 д/с 3 Повт	Знач	Коф изм	% массы тела	Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	24	0,14	24	43	0,03	45	178
Лев	16	0,69	15	18	0,22	18	108
Дефицит	33			59			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	14	0,08	15	27	0,06	27	200
Лев	8	0,67	9	12	0,25	12	150
Дефицит	40			55			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	9	0,09	9	17	0,05	18	189
Лев	5	0,68	4	7	0,22	7	140
Дефицит	44			59			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	24	0,40		14	0,23		
Лев	19	1,05		29	0,05		
Объем движ (Градусы)							
Прав	-17	0,00		31	0,00		
Лев	-17	0,00		31	0,00		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	0,00		1,08	0,11		
Лев	0,01	0,00		1,61	0,02		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	1,15		0,06	1,00		
Лев	0,08	1,63		0,00	0,00		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,35	0,25		0,44	0,39		
Лев	1,10	0,73		0,01	2,65		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,06	0,11		0,10	0,06		
Лев	0,06	0,11		0,10	0,06		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		

Use File, Preference to set Report Heading

пр отчет зав кр м/п тела - Сгибание стопы / сгибание назад лодыжки, лежа на спине

Имя: Одинцова, Наталья ID: Прав/Лев: 05.03.2019 05.03.2019

Кривые справа Кривые слева

Изокинет Кон/Экс	Сгибатели стопы (Кон)			Сгибатели стопы (Экс)			
Скор 30/30 д/с 3 Повт	Знач	Коф изм	% массы тела	Знач	Коф изм	% массы тела	Соотн
ПАРАМЕТРЫ КРМ							
Макс крм (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	76	0,63	75	85	0,07	86	112
Лев	58	0,61	60	66	0,50	66	114
Дефицит	23			22			
Работа за повтор (Ньютонометры - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	33	0,56	33	41	0,20	42	125
Лев	28	0,48	30	35	0,40	36	124
Дефицит	13			13			
Сред сила на повторение (Ватты - Самое высокое значение при повторах)							
Прав	21	0,57	22	25	0,16	24	119
Лев	18	0,48	18	22	0,38	22	122
Дефицит	14			12			
ПАРАМЕТРЫ ПОЛОЖ							
Угол сустава при макс крм (Градусы)							
Прав	-11	-0,76		-15	-0,10		
Лев	-2	-6,05		4	3,68		
Объем движ (Градусы)							
Прав	31	0,00		-17	-0,01		
Лев	31	0,00		-17	0,00		
ПАРАМЕТРЫ ВРЕМ							
Время к макс крм (Секунды)							
Прав	0,01	0,00		1,54	0,04		
Лев	0,36	1,37		0,91	0,56		
Время удерж макс крм (Секунды)							
Прав	0,04	1,18		0,00	0,00		
Лев	0,01	1,73		0,04	0,42		
Время затух силы (Секунды)							
Прав	1,35	0,25		0,01	2,29		
Лев	1,08	0,39		0,62	0,75		
Обоюд задержка (Секунды)							
Прав	0,06	0,00		0,10	0,00		
Лев	0,06	0,00		0,11	0,05		
Вр задерж (Секунды)							
Прав	0,00	0,00		0,00	0,00		
Лев	0,00	0,00		0,00	0,00		

Рисунок 15 – Исходные показатели диагностической аппаратной изокинетической динамометрии пациентки контрольной группы

Пациентке назначена симптоматическая терапия болевого синдрома с применением НПВП в стандартной терапевтической дозировке с учетом показаний и противопоказаний, а также курс лечебной физкультуры (ЛФК).

На 2-й день интенсивность боли осталась на прежнем уровне – 5-6 баллов по ЧРШ. Сохранялись болезненный дефанс длинных мышц спины, ограничение подвижности в поясничном отделе позвоночника, онемение левой стопы, слабость тыльного сгибания левой стопы в прежней степени выраженности, симптом Ласега слева 45°.

На 3-й день пациентка продолжала предъявлять жалобы на боль в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в левую ногу (5 баллов по ЧРШ), сохранялись слабость и онемение левой стопы.

С 4-го по 9-й день наблюдения болевой синдром незначительно снизился до 4-х баллов по ЧРШ, также сохранялись нарушения чувствительности и двигательные нарушения левой стопы.

На 30 день осуществлена оценка нейрофизиологических параметров, которые представлены в таблице 50.

Таблица 50 – Нейрофизиологические параметры пациентки контрольной группы спустя 30 дней

Параметры	L5 (m. abductor hallucis)		S1 (m. extensor digtorum brevis)	
	dexter	sinister	dexter	sinister
Амплитуда М-ответа (мкВ)	4,3	2,7	4,4	3,6
Резидуальная латентность М-ответа (мс)	1,96	5,87	2,07	2,77
Латентность F-волны (мс)	54,7	54,6	47,58	51,1
Минимальный порог ВМО (%)	20	26	22	27
Корешковая задержка (мс)	1,59	3,13	2,09	3,6

Согласно полученным данным, существенных изменений нейрофизиологических параметров не отмечалось.

Выполнена диагностическая аппаратная динамометрия, параметры которой представлены в таблице 51, рисунках 16,17.

Таблица 51 – Показатели диагностической аппаратной динамометрии пациентки контрольной группы спустя 30 дней

Параметры	m. gastrocnemius		m. tibialis anterior	
	dexter	sinister	dexter	sinister
МПК изометрия (Н/м)	31	33	38	12
МПК изокинетика концентрика (Н/м)	87	60	43	18
МПК изокинетика эксцентрика (Н/м)	89	46	47	18

Существенных изменений моторной функции m. tibialis anterior на данном этапе исследования, по данным изометрической и изокинетической динамометрии, не наблюдалось. Болевой синдром снизился до 3 баллов по ЧРШ, показатели качества жизни, согласно опроснику Освестри, несколько улучшились, составив 32%. Пациентке были даны рекомендации, касающиеся сохранения двигательной активности и исключения чрезмерных физических нагрузок, продолжено динамическое наблюдение за пациенткой.



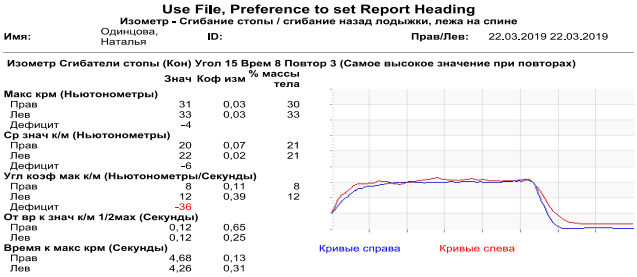
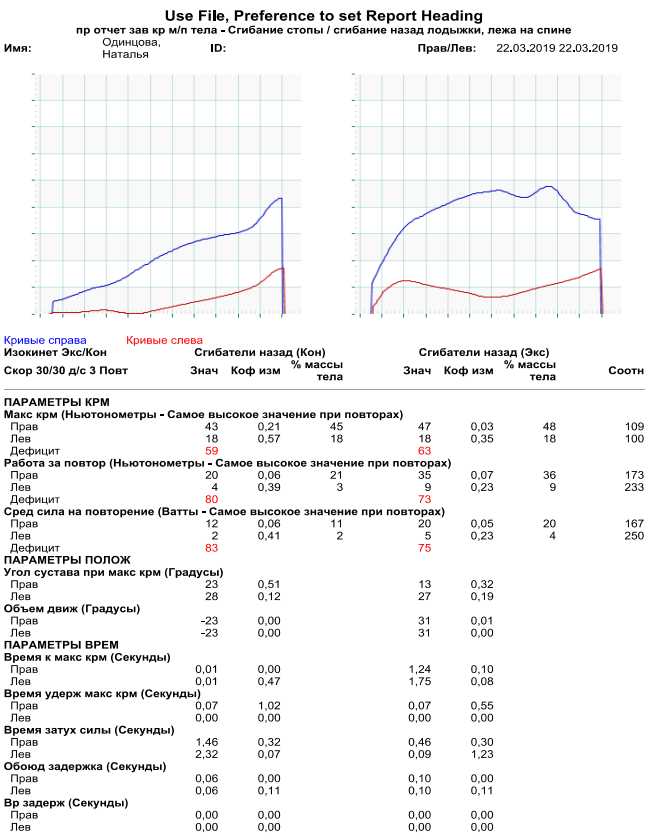


Рисунок 16 – Показатели диагностической аппаратной изометрической динамометрии пациентки контрольной группы спустя 30 дней



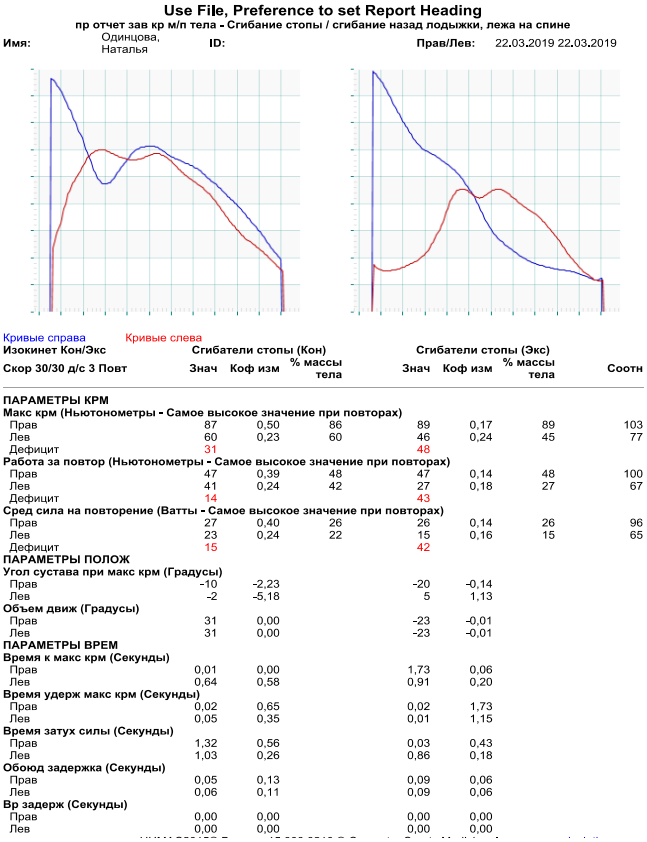


Рисунок 17 – Показатели диагностической аппаратной изокинетической динамометрии пациентки контрольной группы спустя 30 дней

Спустя 4 месяца проведена оценка нейрофизиологических параметров, данные представлены в таблице 52.

Таблица 52 – Нейрофизиологические параметры пациентки контрольной группы спустя 4 месяца

Параметры	L5 (m. abductor hallucis)		S1 (m. extensor digtorum brevis)	
	dexter	sinister	dexter	sinister
Амплитуда М-ответа (мкВ)	4,4	2,9	4,6	3,1
Резидуальная латентность М-ответа (мс)	1,95	5,81	2,01	2,74
Латентность F-волны (мс)	54,3	54,2	47,59	51,2
Минимальный порог ВМО (%)	19	23	21	27
Корешковая задержка (мс)	1,57	3,11	2,01	3,2

Значимых изменений нейрофизиологических показателей спустя 4 месяца не отмечалось.

Проведена диагностическая аппаратная динамометрия, параметры которой представлены в таблице 53, рисунках 18,19.

Таблица 53 – Показатели диагностической аппаратной динамометрии пациентки контрольной группы спустя 4 месяца

Параметры	m. gastrocnemius		m. tibialis anterior	
	dexter	sinister	dexter	sinister
МПК изометрия (Н/м)	55	31	33	22
МПК изокинетика концентрика (Н/м)	35	35	33	21
МПК изокинетика эксцентрика (Н/м)	59	47	35	19



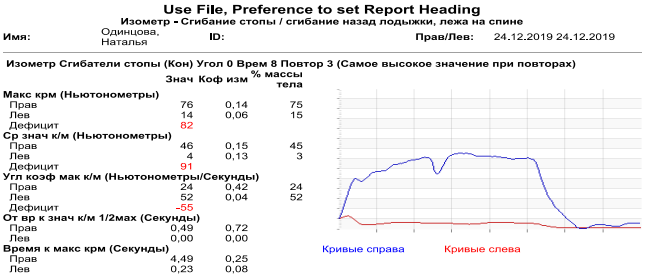
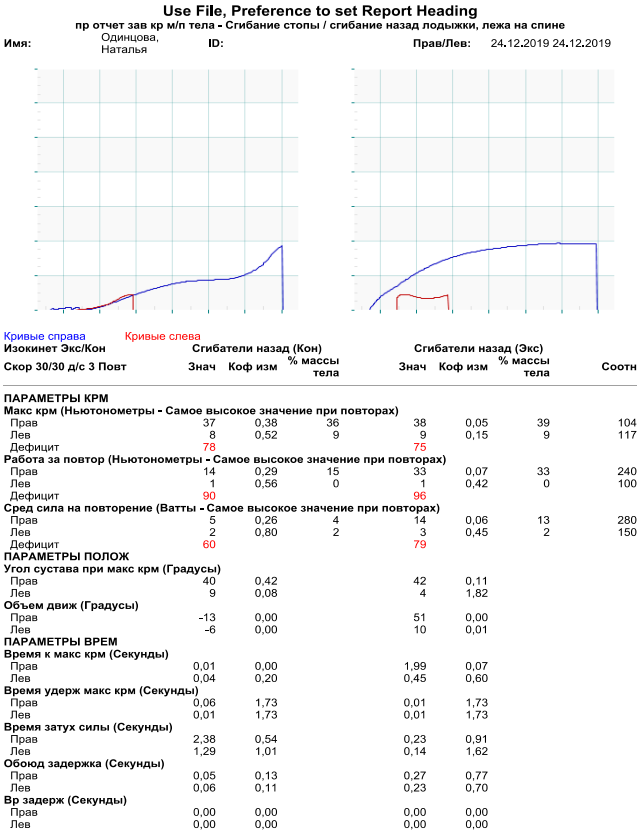


Рисунок 18 – Показатели диагностической аппаратной изометрической динамометрии пациентки контрольной группы спустя 4 месяца



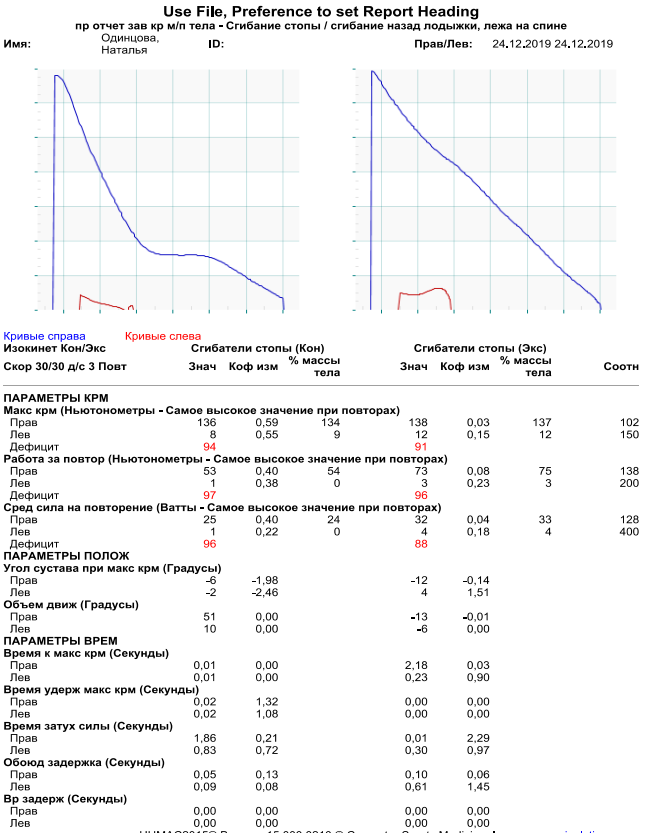


Рисунок 19 – Показатели диагностической аппаратной изокинетической динамометрии пациентки контрольной группы спустя 4 месяца

Спустя 4 месяца отмечалось нарастание слабости тыльных флексоров левой стопы. Выраженность болевого синдрома оставалась на уровне 3 баллов по ЧРШ. Показатели качества жизни, согласно опроснику Освестри, составили 30%, что соответствует умеренному нарушению качества жизни при боли в спине. По шкале SF-36 параметры физического и психологического здоровья существенно не менялись (37,5 и 39,8 балла соответственно).

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ

По данным, полученным нами, у всех пациентов, участвующих в обследовании, пояснично-крестцовая радикулопатия наблюдалась на фоне грыжи соответствующего межпозвонкового диска. Наиболее значимыми этиологическими факторами обострения радикулопатии являлись чрезмерная физическая нагрузка, неудачное движение, работа в вынужденном положении, стресс, реже – переохлаждение. Данный факт согласуется с имеющимися отечественными и зарубежными литературными данными, согласно которым, причиной ДПКР является протрузия или экструзия (грыжа) межпозвонкового диска, в формирование которой вносит вклад сочетание нарастающих с возрастом дегенеративных изменений структур позвоночника и особенностей строения соединительной ткани с физическими нагрузками (например, тяжелый физический труд, нефизиологические позы при работе, длительные статические нагрузки, резкие движения) [9, 54, 64, 176, 181].

При выраженных проявлениях ДПКР использование микрохирургической техники обеспечивает более эффективное облегчение симптомов, чем консервативные или малоинвазивные методы лечения [9, 76, 193]. В настоящем исследовании всем пациентам была выполнена микродискэктомия по поводу грыжи межпозвонкового диска, показания для оперативного лечения устанавливались с учетом имеющихся клинических рекомендаций врачом-нейрохирургом, непосредственно проводившим оперативное лечение, после чего спустя 10 дней пациенты были включены в исследование с учетом критериев включения/невключения и исключения в условиях реабилитационного центра.

Основными жалобами пациентов в нашем исследовании были болевой синдром и функциональные нарушения в виде двигательных и чувствительных расстройств, что также нашло отражение в данных оценки неврологического статуса, где чувствительные нарушения в виде гипестезии в зоне иннервации пораженного корешка выявлялись у 51 (72,9%) пациента, слабость сгибателей/ разгибателей стопы - у 100 (100,0%) пациентов (являлось критерием включения в

исследование), гипотрофия мышц голени - у 8 (11,4%) пациентов, снижение/выпадение соответствующего сухожильного рефлекса (ахиллова при радикулопатии S1) - у 20 (28,6%) пациентов, что не противоречит имеющимся сведениям по данной проблеме [9, 28, 85].

Разработка методики послеоперационной реабилитации пациентов с ДПКР в ранний период после микродискэктомии была основана на анализе данных отечественной и зарубежной литературы, а также клинических рекомендаций по данной патологии, согласно которым, реабилитация рекомендуется всем пациентам с ДПКР – предлагается включать лечебную гимнастику, мануальную терапию, низкочастотную импульсную магнитотерапию [9].

Кроме того, согласно исследованиям В. Н. Блохиной (2020), «применение ритмической периферической магнитной стимуляции в комплексной реабилитации пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии повышает эффективность восстановления пациентов с неврологическим дефицитом» [4]. Исследования показывают, что «в позднем послеоперационном периоде после микродискэктомии наиболее выраженный эффект в восстановлении двигательных функций отмечается при применении электростимуляции, в то время как в раннем периоде – при применении магнитной стимуляции» [7].

Высокий уровень доказательности в лечении и реабилитации пациентов с изучаемой патологией принадлежит лечебной гимнастике, кинезиотерапии. Характер упражнений и дозирование нагрузки зависят от периода времени, прошедшего после операции, имеющегося моторного дефицита и функциональных возможностей пациента. Так, согласно современным данным отечественных ученых, описан способ реабилитации пациентов после поясничной микродискэктомии, включающий лечебные упражнения (кинезитерапию) на протяжении 10–14 дней под контролем врача с одновременным обучением пациента избегать чрезмерных физических и статических нагрузок, способных вызвать повторные обострения [34]. Отмечена эффективность программы упражнений по стабилизации поясничного отдела позвоночника и мобилизации

грудного отдела позвоночника для снижения интенсивности боли и функциональных нарушений у пациентов с поясничной радикулопатией [99]. По данным Е. С. Прохоровой, применение методики комплексной коррекции мышц «тазово-поясничного региона и нижней конечности, направленной на стабилизацию пояснично-крестцового отдела позвоночника, у 40 пациентов с пателлофеморальным болевым синдромом» приводило к достоверному повышению показателей силы четырёхглавой мышцы бедра и снижению степени выраженности болевого синдрома в коленном суставе и поясничном отделе позвоночника [36].

При выраженных двигательных нарушениях возможно применение электростимуляции мышц и нервов синусоидальными токами или токами низкой частоты совместно с ЛФК [2].

Недостатками существующих способов реабилитации является недостаточность объективной оценки динамики изменений силовых характеристик паретичных мышц в ходе реабилитации, а также параметров периферической нервной системы.

В связи с этим был разработан и запатентован (патент RU2854965C1) эффективный способ реабилитации пациентов с ДПКР в раннем послеоперационном периоде после микродискэктомии с помощью комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки на аппарате HUMAC NORM (США) с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы в период ее сокращения дистанционным электромиостимулятором Chattanooga Wireless Pro и периферической ритмической магнитной стимуляции с использованием магнитного стимулятора компании «Нейрософт» (Россия) в сочетании с объективной трехкратной оценкой нервно-мышечных параметров, а именно – корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа пораженного нервного корешка с использованием нейромиографа НВП-4, синхронизированного с магнитным стимулятором, а также изокинетической динамометрией тыльных и подошвенных флексоров пораженной и здоровой стоп с оценкой максимального пикового крутящего момента (Н/м) в

изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях с целью объективной оценки выраженности моторного дефицита и эффективности реабилитационных мероприятий.

Для последующей сравнительной оценки результатов разработанной методики реабилитации все пациенты были разделены на две равнозначные группы: 35 больных в основной группе и 35 пациентов в контрольной. Обе группы получали стандартную медикаментозную терапию (согласно клиническим рекомендациям). Пациенты основной группы дополнительно получали разработанную методику реабилитации, включающую 10 сеансов с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров.

Сеанс реабилитации начинался с рПМС с использованием кольцевого индуктора (койла) диаметром 125 мм, причем стимуляция корешка L5 осуществлялась на уровне 3-4 поясничных позвонков на 3-5 см латеральнее остистых отростков, а стимуляция корешка S1 – в области задней верхней подвздошной ости на стороне пораженного корешка. Точка стимуляции определялась индивидуально у каждого пациента в зависимости от анатомических и антропометрических особенностей. Процедура стимуляции включала 1500 ритмических импульсов с частотой 1 Гц и надпороговым стимулом 110% интенсивности от минимального порога ВМО. Параметры лечебной стимуляции составляли от 22 до 43% от максимальной мощности стимула прибора (2 Тл) в зависимости от минимального порога ВМО. Длительность процедуры составляла 30 минут.

Согласно данным исследования В. Н. Блохиной (2020), «при формировании протокола рПМС у пациентов с радикулопатией интенсивность магнитного стимула должна быть определена индивидуально, базируясь на данных порога ВМО, т.е. пороге активации спинномозгового корешка. Протокол применения рПМС у пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией с преобладанием болевого синдрома и чувствительных нарушений включает следующие параметры: расположение индуктора - при радикулопатии L5 на уровне 3-4 поясничных позвонков, при радикулопатии S1 – на уровне основания крестца со смещением на

3-4 см в сторону стимулируемой конечности; интенсивность магнитного стимула: надпороговая, для определения индивидуального порога ВМО при радикулопатии L5 тестовой мышцей является m. extensor digitorum brevis, при радикулопатии S1 – m. abductor hallucis; частота – 1 Гц, количество стимулов в сессии – 1500, длительность сессии – 25 минут. Протокол применения рПМС у пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией с наличием двигательных нарушений дополнительно к основному протоколу, описанному выше, включая дополнительный протокол рПМС, а именно – расположение индуктора на область подколенной ямки пораженной конечности; интенсивность магнитного стимула в соответствии с субъективным порогом пациента, достаточная для того, чтобы вызвать сгибательно-разгибательные движения в стопе, частота – 1 Гц; общее количество стимулов 1200, длительность сессии – 20 минут, курс – 10 сессий» [4].

Далее в разработанном нами способе реабилитации после осуществления рПМС на первом сеансе проводилась диагностическая динамометрия тыльных и подошвенных флексоров здоровой и пораженной конечностей. После этого выполнялась аппаратная изокинетическая тренировка мышц пораженной нижней конечности (у пациентов с радикулопатией L5 – тыльных флексоров стопы, с радикулопатией S1 – подошвенных флексоров стопы) в комплексе с поверхностной электромиостимуляцией паретичных мышц длительностью 30 минут. В реабилитации пациентов использовались два режима тренировки: продолжительное пассивное движение и изокинетическая тренировка, что зависело от выраженности пареза. Пациентам с парезом 3 балла осуществлялась тренировка в режиме CPM в объеме 3-х подходов по 8 концентрических и 8 эксцентрических сокращений, пациентам с парезом 4 балла - тренировка в двух режимах: CPM в объеме 2-х подходов по 8 повторений с последующей изокинетической тренировкой в объеме 2-4 подходов по 10-12 сокращений в зависимости от уровня силовой выносливости мышцы. При нарастании мышечной силы с 3 до 4 баллов в ходе реабилитации к режиму CPM добавлялся режим изокинетической тренировки. Параллельно с изокинетической тренировкой проводилась электростимуляция m. tibialis anterior у пациентов с радикулопатией L5 и m. gastrocnemius у пациентов с

радикулопатией S1 в период концентрического сокращения мышцы с помощью дистанционного четырехканального электромиостимулятора Chattanooga Wireless Pro в программе «гемиплегическая стопа». Общее время стимуляции и изокинетической тренировки составляло 30 минут.

Основной жалобой всех пациентов как основной, так и контрольной групп являлся болевой синдром в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижнюю конечностей или изолированно в нижней конечности, что согласуется с данными других исследователей [23, 34, 160].

Исходно (спустя 10 дней после оперативного лечения) у пациентов обеих групп преобладали умеренные формы болевого синдрома (3-6 баллов по ЧРШ), спустя 30 дней у пациентов обследованных групп отмечались в основном легкие болевые проявления (1-3 балла по ЧРШ), умеренная боль сохранялась у 5 (14,3%) пациентов основной группы и у 10 (28,6%) контрольной, регресс болевого синдрома отмечен у 4 (11,4%) пациентов основной группы и у 3 (8,6%) – в контрольной. Через 4 месяца в основной группе уменьшение болевого синдрома отмечено достоверно чаще (40%) по сравнению с пациентами контрольной группы (8,6%). Кроме того, у 3 (8,6%) пациентов контрольной группы сохранялись умеренно выраженные проявления боли в спине и ноге, тогда как в основной группе болевой синдром, сохраняющийся у 21 (60%) пациента, был представлен только легкими формами.

Сравнительный анализ полученных показателей интенсивности и выраженности болевого синдрома в спине и ноге после курса реабилитации выявил статистически значимые различия между показателями пациентов основной и контрольной групп.

Невропатический болевой синдром исходно отмечался более чем у половины пациентов обследуемых групп. Как известно, невропатический компонент боли является прогностически неблагоприятным фактором, снижающим качество жизни пациентов и зачастую характеризующимся резистентностью к проводимым лечебно-реабилитационным мероприятиям, повышая риски персистирования и рецидивирования болевого синдрома [18].

Согласно нашим данным, после реабилитационных мероприятий выявляемость невропатического компонента боли была реже у пациентов основной группы – у 7 (20%) по сравнению с пациентами контрольной группы – у 11 (31%) В отдаленном периоде наблюдения (спустя 4 месяца после оперативного лечения) у пациентов основной группы данный компонент болевого синдрома не встречался, тогда как в контрольной группе он по-прежнему отмечался в 5 (14,3%) случаях.

Помимо болевого синдрома, значимым фактором, вызывающим функциональные ограничения, являлись двигательные нарушения в нижней конечности, а именно – в стопе, вызванные компрессией нервного корешка, которые беспокоили всех пациентов, что служило критерием включения в исследование; спустя 30 дней данные жалобы сохранялись у 15 (42,9%) пациентов в контрольной группе и у 6 (17,1%) в основной. Через 4 месяца слабость в стопе сохранялась у 5 пациентов контрольной группы (14,3%). В основной группе данная жалоба регрессировала. Онемение нижней конечности, встречавшееся исходно у 21 (60,0%) пациента контрольной группы и у 22 (62,9%) основной, через 30 дней сохранялось у 9 (25,7%) пациентов контрольной группы и у 4 (11,4%) - в основной, спустя 4 месяца в основной группе данная жалоба у пациентов отсутствовала, в контрольной группе сохранялась у 4 (11,4%) пациентов.

По результатам оценки неврологического статуса, мышечная сила по 6-балльной шкале исходно составила в основной группе 3,86 ± 0,36 балла, в контрольной – 3,83 ± 0,38 балла. Через 30 дней у пациентов основной группы данный показатель составил 4,83 ± 0,38 балла, в контрольной - 4,49 ± 0,66, т.е. был значительно ($p=0,010$) выше. Через 4 месяца у всех пациентов основной группы мышечная сила составила 5,0 баллов, в контрольной группе - 4,86 ± 0,36 балла. Это свидетельствует об эффективности разработанного способа реабилитации у пациентов с данной патологией.

Разработанный комплекс реабилитации, положительно влияя на функциональные возможности, ведет к улучшению основных показателей качества жизни пациентов. Кроме восстановления двигательной функции, у пациентов

основной группы отмечалось существенное снижение чувствительных нарушений, восстановление трофики мышц голени, полный регресс симптомов натяжения ($p < 0,05$).

По данным В. Н. Блохиной (2020), «наиболее быстрое и полное выздоровление наблюдалось у больных, в клинической симптоматике которых превалировали болевой синдром и нарушения чувствительности. Учитывая короткий период наблюдения пациентов (21 день), степень тяжести и длительность радикулопатии, достоверного восстановления двигательных нарушений на момент завершения реабилитационного лечения отмечено не было» [4].

Кроме анализа клинико-неврологических особенностей пациентов с изучаемой патологией, представляла исследовательский интерес объективная оценка эффективности разработанного способа реабилитации с точки зрения влияния как на мышечную силу заинтересованных индикаторных мышц, так и на показатели пораженных структур периферической нервной системы с помощью динамической трехкратной оценки нервно-мышечных параметров, а именно – корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа пораженного нервного корешка с использованием нейромиографа НВП-4, синхронизированного с магнитным стимулятором, а также изокинетической динамометрии тыльных и подошвенных флексоров пораженной и здоровой стоп с оценкой максимального пикового крутящего момента (Н/м) в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях на аппарате HUMAC NORM.

При восстановлении корешковой системы происходит активация терминальных аксональных ветвей, периферических нервов, спинномозговых корешков, следовательно, снижение минимального порога возбуждения корешковой системы (ВКС) свидетельствует о восстановительных репаративных процессах в указанных структурах периферической нервной системы. Согласно полученным нами данным, в отдаленном периоде наблюдения (спустя 4 месяца) показатель ВКС корешка L5 пораженной конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 был статистически значимо ($p = 0,021$) ниже по

сравнению с контрольной. Отмечено статистически значимое ($p < 0,001$) снижение показателя ВКС корешка S1 пораженной конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 спустя уже 30 дней. Данные сохранились и через 4 месяца. Кроме того, спустя 4 месяца у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 показатели ВКС корешка S1 здоровой конечности были статистически значимо ниже по сравнению с пациентами контрольной группы ($p = 0,024$), что свидетельствует об общем положительном влиянии реабилитации на нейрофизиологические, а следовательно, функциональные параметры периферической нервной системы.

Помимо ВКС, показателем восстановления корешковой системы является снижение показателя корешковой задержки (КЗ). Через 30 дней после проведённой реабилитации у пациентов основной группы (с компрессией как корешка L5, так и корешка S1) показатели КЗ корешка L5 и S1 пораженной конечности были статистически значимо ниже по сравнению с пациентами контрольной группы, что говорит об улучшении функциональных характеристик корешковой системы, данная тенденция сохранилась и спустя 4 месяца. Помимо этого, отмечалось статистически значимое ($p < 0,002$) снижение показателя КЗ корешка L5 здоровой конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 спустя 4 месяца, что говорит о положительном влиянии разработанной методики реабилитации не только на пораженную конечность, но и на интактную.

Таким образом, нами отмечено улучшение нейротрофических и нейропластических показателей периферический нервной системы, выявленных при исследовании корешковой задержки в динамике, где наблюдалось ускорение проведения по корешковой системе уровней L5, S1 с m. abductor hallucis, m. extensor digitorum brevis как на пораженной, так и на интактной сторонах.

Для объективной оценки показателей мышечной силы здоровой и пораженной конечностей в нашем исследовании использовался метод аппаратной изокинетической динамометрии с помощью аппарата HUMAC NORM. В литературе имеются сведения о применении данного аппарата для объективной оценки концентрической и эксцентрической силы мышц бедра с целью изучения

функции коленного сустава после аутопластики его передней крестообразной связки, а также проведения изокинетической тренировки с анализом ее результативности. Объективная оценка функции коленного сустава показала высокую эффективность изокинетических тренировок для достижения выздоровления через 3-4 месяца [11]. Кроме того, описаны диагностические возможности использования данного аппарата в исследовании проприоцептивной функции коленного сустава спустя 12 месяцев после операции по поводу восстановления передней крестообразной связки с помощью метода активного воспроизведения пассивного позиционирования и метода восприятия применения силы [27].

Имеются указания на применение данного аппарата в исследованиях с целью оценки мышечной силы четырёхглавой мышцы бедра у пациентов с хронической болью в пояснице [84]. Доказаны валидность и экспертная надежность данного устройства для оценки силы сгибателей стопы [213].

Однако отсутствуют сведения о применении данной объективной методики исследования мышечной силы тыльных и подошвенных сгибателей стопы у пациентов ДПКР после микродискэктомии. В этой связи нами были оценены основные параметры аппаратной изокинетической динамометрии пораженной и интактной конечностей. Изучалось изометрическое сокращение икроножной мышцы, иннервируемой СМК S1, S2, передней большеберцовой мышцы, иннервируемой СМК L4, L5; а также изокинетическое концентрическое и эксцентрическое сокращение данных мышц.

Согласно полученным нами данным, у пациентов основной группы с компрессией как корешка L5, так и корешка S1 на фоне проводимой реабилитации отмечалось статистически значимое ($p < 0,001$) нарастание максимального пикового крутящего момента изометрического сокращения икроножной и передней большеберцовой мышц пораженной конечности по сравнению с исходными значениями уже через 30 дней. Данные сохранялись и через 4 месяца, кроме того, спустя 4 месяца у больных основной группы данный показатель был статистически значимо выше по сравнению с группой контроля ($p < 0,001$).

Аналогичная тенденция прослеживалась при динамической оценке максимального пикового крутящего момента изокинетического концентрического, а также эксцентрического сокращения данных мышц пораженной конечности.

Представило интерес оценить, как предложенный способ реабилитации влияет на силовые характеристики мышц интактной нижней конечности. Полученные результаты, наряду с улучшением показателей силовых характеристик пораженной конечности, продемонстрировали статистически значимое ($p < 0,001$) динамическое нарастание показателя максимального пикового крутящего момента изометрического, изокинетического эксцентрического сокращения икроножной и передней большеберцовой мышц здоровой конечности у всех пациентов основной группы, а также изокинетического концентрического сокращения икроножной мышцы у всех пациентов основной группы с компрессией корешка S1.

Таким образом, разработанная методика реабилитации способствует восстановлению мышечной силы индикаторных мышц, иннервируемых пораженным нервным корешком, кроме того, данная методика положительно влияет и на силовые показатели интактной конечности, что свидетельствует о ее универсальности в аспектах нарастания мышечной силы и восстановления нарушенной двигательной функции и позволяет рекомендовать ее применение в различных областях медицины: в спортивной, профилактической и клинической.

Несомненно, ведущей целью проведения реабилитационных мероприятий у пациентов с ДПКР является улучшение качества жизни и повседневного функционирования, которое напрямую зависит от двигательной функции нижней конечности, физического и психологического компонентов, для оценки которых нами было проведено соответствующее исследование с помощью опросников Освестри трижды (исходно, через 30 дней и 4 месяца) и SF-36 дважды (исходно и через 4 месяца).

Согласно сведениям систематического обзора и метаанализа по изучению качества жизни пациентов, перенесших операцию на позвоночнике, показана важность использования практикующими врачами обобщённых показателей качества жизни с целью количественной оценки результатов хирургических

вмешательств. Одним из «инструментов оценки качества жизни, связанного со здоровьем, является опросник SF-36» [166]. По данным зарубежных исследований, показано, что пациенты с диагнозом поясничной радикулопатии сообщают о значительно более низких показателях качества жизни, связанного со здоровьем, по сравнению со значениями показателей здоровой популяции в Великобритании, скорректированными по возрасту и полу [115]. K. Boskovi et al. (2009) оценили качество жизни больных поясничной радикулопатией «на фоне консервативного лечения. Авторы установили, что показатели физического здоровья были низкими и составляли 31,1 в начале лечения, повышались в течение следующих шести месяцев» и незначительно снижались через четыре года (42,1/48,7/47,0). Показатели психического здоровья составили 47,2 и существенно не менялись. То есть качество жизни больных поясничной радикулопатией ухудшалось с физической стороны, после курса консервативного лечения улучшалось в течение последующих шести месяцев, а через четыре года отмечалось незначительное снижение всех показателей качества жизни пациентов [203]. Оценив КЖ 50 пациентов после поясничной микродискэктомии на протяжении четырех лет, K. Boskovi et al. (2010) выявили низкие показатели физического здоровья в начале мониторинга (25,7), которые увеличивались в течение последующих 6 месяцев (46,4) и незначительно снижались через 4 года (45,9). Значение психического здоровья (40,4) осталось неизменным по сравнению с населением в целом. Авторами сделан вывод, что качество жизни пациентов после поясничной микродискэктомии существенно ухудшается, с физической точки зрения, сразу после оперативного лечения. Состояние нормализуется в течение следующих 6 месяцев, хотя определенная степень физических отклонений все еще сохраняется. Изменения психического здоровья для поясничной радикулопатии неспецифичны [204].

«По данным российских ученых, анализ данных КЖ пациентов с поясничной радикулопатией в раннем послеоперационном периоде с помощью опросника EuroQol-5D показал, что проблемы с мобильностью/ подвижностью,

самообслуживанием, повседневной активностью, в отношении боли, тревоги/депрессии носили умеренный характер у большинства пациентов» [4].

Согласно полученным нами данным, установлено, что проведение реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии с помощью разработанного способа положительно влияет на основные аспекты КЖ, по данным двух шкал. SF-36 отражает как физический, так и психологический компоненты здоровья. Опросник Освестри является более специфичным для пациентов с болью в нижней части спины. Нами получены статистически значимые различия физического и психологического компонентов здоровья, которые спустя 4 месяца составили 49,99±5,97 и 41,73±8,75 балла и 52,51±6,7 и 42,63±7,98 балла соответственно у пациентов основной и контрольной групп (согласно SF-36). Отмечено, что показатели психического здоровья у пациентов контрольной группы в динамике существенно не изменялись, что свидетельствует о том, что хирургическое лечение пояснично-крестцовой радикулопатиии существенно не влияет на психологическую составляющую здоровья, в этой связи применение индивидуализированных реабилитационных подходов является обоснованным, позволяя улучшать данную сферу. Согласно опроснику Освестри, также получены статистически значимые ($p < 0,001$) отличия показателя КЖ у пациентов основной и контрольной групп: спустя 4 месяца – 10,81±7,3% и 16,6±9,47% соответственно. Через 30 дней у большинства пациентов основной группы (51,4%) отмечались минимальные нарушения качества жизни по сравнению с пациентами контрольной группы, где преобладали умеренные нарушения (51,4%). Спустя 4 месяца у пациентов основной группы выраженных нарушений КЖ уже не отмечалось.

Таким образом, разработаный и внедренный нами способ реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии в раннем послеоперационном периоде при помощи комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и

периферической ритмической магнитной стимуляцией пораженного нервного корешка с объективной динамической оценкой нервно-мышечных параметров позволяет усилить рефлекторные влияния на всех уровнях регуляции скелетно-мышечной и нервной систем. За счет высокоинтенсивного импульсного магнитного воздействия низкой частоты, реализуемого путем рПМС, происходят улучшение трофики тканей, стимуляция ангиогенеза, снижение проявлений ишемии в нервном корешке, восстановление проводимости по периферическому нерву. Благодаря аппаратной изокинетической тренировке происходит активизация физиологического миогенеза, нарастает мышечная сила, улучшается кровоток, следовательно, трофика и восстановление поврежденных нервно-мышечных структур. Преимущества аппаратной изокинетической тренировки заключаются в подборе дозированной физиологической нагрузки, исключении риска травматизма, сокращении времени для эффективного сеанса реабилитации. За счет визуального контроля за процессом реабилитации происходит повышение мотивации пациента для проведения дальнейших реабилитационных мероприятий по принципу биологической обратной связи. Комбинирование трех методик, а именно – активной двигательной терапии в виде изокинетической тренировки, электростимуляции паретически измененной мышцы и высокоинтенсивного магнитного воздействия низкой частоты на пораженный нервный корешок в виде ритмической периферической магнитной стимуляции – потенцирует эффекты друг друга за счет прямого синергизма с учетом воздействия на различные звенья патогенеза компрессионной радикулопатии. Использование разработанного способа у пациентов с ДПКР после микродискэктомии позволяет достичь улучшения основных показателей качества жизни.

Трехкратная динамическая оценка нервно-мышечных параметров с помощью стимуляционной электронейромиографии с определением корешковой задержки и порога возбуждения корешковой системы, а также диагностическая аппаратная динамометрия тыльных и подошвенных флексоров пораженной и здоровой стоп с оценкой максимального пикового крутящего момента в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом

сокращениях с помощью аппарата HUMAC Norm исходно, спустя 30 дней и 4 месяца позволяет объективно оценить выраженность моторного дефицита, состояние структур периферической нервной системы и эффективность реабилитационных мероприятий.

ВЫВОДЫ

1. Разработан новый эффективный способ реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии в раннем послеоперационном периоде при помощи комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляции пораженного нервного корешка. Использование предложенного способа позволяет снизить боль на 83,3% и улучшить функциональные возможности данных пациентов в виде восстановления мышечной силы индикаторных мышц стопы на 29,53%.

2. Проведение разработанного способа реабилитации у пациентов основной группы способствовало статистически значимому ($p < 0,001$) снижению интенсивности болевого синдрома в спине и ноге на 66,7% спустя 30 дней и на 83,3% через 4 месяца, полному регрессу болевого синдрома у 40,0% пациентов через 4 месяца, снижению встречаемости невропатического компонента боли на 65% через 30 дней и его полному исчезновению через 4 месяца, полному восстановлению мышечной силы тыльных и подошвенных сгибателей стопы до 5,0 баллов спустя 4 месяца, снижению чувствительных нарушений на 69% через 30 дней и на 85% через 4 месяца, полному регрессу симптомов натяжения нервных корешков.

3. Объективная трехкратная оценка нейрофизиологических параметров, а именно – корешковой задержки и порога возбуждения корешковой системы L5, S1 – показала их статистически значимое ($p < 0,05$) снижение на пораженной конечности по сравнению как с исходными данными (на 24,7 и 36,8%), так и с показателями группы контроля.

4. Применение разработанного способа реабилитации у пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии в раннем послеоперационном периоде сопровождается статистически значимым ($p < 0,001$) нарастанием максимального пикового крутящего момента изометрического,

изокинетического концентрического и эксцентрического сокращений икроножной мышцы пораженной конечности (на 47,9, 67,4 и 66,9% соответственно), а также передней большеберцовой мышцы пораженной конечности (на 34,9, 52,9 и 24,1% соответственно), а также динамическим нарастанием данных параметров мышц здоровой конечности, что клинически выражается в нарастании мышечной силы.

5. Разработанный способ реабилитации приводит к статистически значимому ($p<0,001$) нарастанию показателей физического компонента здоровья на 40,4% и психологического компонента здоровья на 30,4%, по данным шкалы SF-36, а также статистически значимому ($p = 0,006$) улучшению всех параметров качества жизни пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии с 42,07 ± 15,18 исходно до 18,37 ± 8,55% через 30 дней и 10,81 ± 7,30% через 4 месяца согласно опроснику Освестри.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработанный способ реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией в ранний послеоперационный период после микродискэктомии с помощью комбинированного использования аппаратной изокинетической тренировки на аппарате HUMAC NORM с одновременной электростимуляцией паретически измененной мышцы в период ее сокращения дистанционным электромиостимулятором Chattanooga Wireless Pro и периферической ритмической магнитной стимуляции с использованием магнитного стимулятора компании «Нейрософт» позволяет добиться улучшения нарушенной двигательной функции нижней конечности, а следовательно, качества жизни пациентов, что позволяет рекомендовать данный способ для использования в практическом здравоохранении.

2. Объективная трехкратная оценка нервно-мышечных параметров, а именно – корешковой задержки и минимального порога вызванного моторного ответа пораженного нервного корешка с использованием нейромиографа НВП-4, синхронизированного с магнитным стимулятором; максимального пикового крутящего момента в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях при помощи аппаратной динамометрии тыльных и подошвенных флексоров пораженной и интактной стоп на аппарате HUMAC NORM позволит врачам практического здравоохранения достоверно проанализировать выраженность нервно-мышечных нарушений и оценить эффективность реабилитационных мероприятий.

3. Предлагаемый способ реабилитации может быть использован у пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии спустя 10 суток после операции, интегрирован с различными имеющимися методами лечения и реабилитации дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатиии у взрослых пациентов, позволит снизить число побочных эффектов от стандартной медикаментозной терапии, что может способствовать более раннему восстановлению моторных функций и качества жизни данных пациентов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Ведущими специалистами России констатировано, что проведение медицинской реабилитации в максимально ранние сроки от начала заболевания обеспечивает высокую эффективность реабилитационных мероприятий. Именно поэтому перспективы дальнейшей разработки темы направлены на усовершенствование разработанного нами способа раннней послеоперационной реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатей с объективной оценкой его эффективности с целью последующего широкого внедрения данного способа в практическое здравоохранение.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВИ – взвешенное изображение

ВКС – возбуждение корешковой системы

ВМО – вызванный моторный ответ

ДЕ – двигательная единица

ДИ – доверительный интервал

ДПКР – дискогенная пояснично-крестцовая радикулопатия

ЖА – жизненная активность

ИБ – интенсивность боли

ИзКнДм - изокинетическая динамометрия

ИК – изокинетика концентрика

ИМ – изометрия

ИЭ – изокинетика эксцентрика

КЖ – качество жизни

КЗ – корешковая задержка

КС – корешковая система

МКБ-10 – Международная классификация болезней 10-го пересмотра

МКФ – международная классификация функционирования

МПК – максимальный пиковый крутящий момент

МРТ – магнитно-резонансная томография

НБ – невропатическая боль

НПВП – нестероидные противовоспалительные препараты

ОЗ – общее состояние здоровья

ПЗ – психическое здоровье

ПЛ – периферическая латентность

ПМС – периферическая магнитная стимуляция

ПОВ – положительные острые волны

ПФ – потенциалы фибрилляций

ПФц – потенциалы фасцикуляций

рПМС – ритмическая периферическая магнитная стимуляция

РФ – ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием

РЭ – ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием

СРМ – continuous passive motion

СМК – спинномозговой корешок

СРВ – скорость распространения возбуждения

СРВм - скорость распространения возбуждения по моторным волокнам

СФ – социальное функционирование

ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ставропольский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации

ФКЗ – физический компонент здоровья

ФФ – физическое функционирование

ЧРШ – числовая рейтинговая шкала

ЭНМГ – электронейромиография

BP – Bodily pain

Gc – m. gastrocnemius

GH – General Health

MH – Mental Health

PF – Physical Functioning

PH – Physical Health

RE – Role-Emotional

RP – Role-Physical Functioning

SF – Social Functioning

Tb – m. tibialis anterior

VT – Vitality

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтадзе, М.А. Индекс ограничения жизнедеятельности из-за боли в нижней части спины (опросник Освестри): оценка надёжности и валидности русской версии / М. А. Бахтадзе, Д.А. Болотов, К. О. Кузьминов // Мануальная терапия. – 2016. – № 4. – С. 24–33.
2. Белова, А. Н. Нейрореабилитация Рук. для врачей / А. Н. Белова. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Андреева, 2002. – 734 с. – ISBN 5-94982-001-0.
3. Белова, А. Н. Шкалы, тесты и опросники в неврологии и нейрохирургии [монография] / А. Н. Белова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Практическая медицина, 2018, [т. е. 2017]. – 693 с. – ISBN 978-5-98811-477-2.
4. Блохина, В. Н. Ритмическая периферическая магнитная стимуляция в реабилитации после микродискэктомии на поясничном уровне в ранние сроки после операции : автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : 14.01.11 / Блохина Вера Николаевна; [Место защиты: Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации]. — Москва, 2020. – 24 с.
5. Боль : руководство для врачей и студентов / В. В. Алексеев, А. Н. Баринов, М. Л. Кукушкин [и др.] ; ред. Н.Н. Яхно. – Москва : МЕДпресс-информ, 2010. – 302 с. – ISBN 5-98322-608-8.
6. Гореликов, А. Е. Магнитная стимуляция в лечении и реабилитации больных с заболеваниями нервной системы и позвоночника / А. Е. Гореликов, Е. А. Мельникова, И. М. Рудь // Доктор.Ру. – 2017. – Т. 11, вып. 140. – С. 46–50.
7. Даминов, Вадим Дамирович. Дифференцированное применение стимуляционных методов в комплексном восстановительном лечении больных дорсопатией после дискэктомий : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.13 / Даминов Вадим Дамирович; [Место защиты: ГОУВПО "Московский государственный медико-стоматологический университет"]. — Москва, 2006. – 142 с.

8. Данилов, А.Б. Хроническая радикулопатия: новые возможности терапии / А. Б. Данилов, Т. Р. Жаркова // РМЖ. – 2010. – № 0. – С. 15–20.

9. Дискогенная пояснично-крестцовая радикулопатия. Рекомендации Российского общества по изучению боли (РОИБ) / В. А. Парфенов, Н. Н. Яхно, О. С. Давыдов [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2020. – Т. 12, № 4. – С. 15–24.

10. Заблоцкий, Н. Н. Дискогенные пояснично - крестцовые радикуломиелоишемии / Н. Н. Заблоцкий, А. А. Скоромец // Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 1987. – № 3. – С. 40–45.

11. Изокинетическая оценка функции коленного сустава после аутопластики его передней крестообразной связки / А. А. Ахпашев, Л. В. Новикова, Д. С. Агзамов, Ф. Х. Оруджев // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – № 3. – С. 38–41.

12. Исследование качества жизни в лечении и реабилитации неврологических больных / А. В. Мусаев, С. Г. Гусейнова, С. С. Имамвердиева [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2006. – №1. – С. 13–19.

13. Исследование качества жизни и психологического статуса больных с хронической сердечной недостаточностью / А. О. Недошивин, А. Э. Кутузова, Н. Н. Петрова [и др.] // Журнал сердечная недостаточность. – 2000. – Т. 1, № 4. – С. 148–159.

14. Корниенко, В. Н. Диагностическая нейрорадиология / В. Н. Корниенко, И. Н. Пронин. – Москва : Андреева Т.М., 2006. – 1327 с. – ISBN 5-94982-031-2.

15. Кукушкин М.Л. Витамины группы В (В1, В6, В12) в комплексной терапии болевых синдромов / М. Л. Кукушкин // Российский журнал боли. – 2019. – Т. 17, № 3. – С. 39–45.

16. Макаров, С. А. Антидепрессанты в лечении боли / С. А. Макаров, М. В. Чурюканов, В. В. Чурюканов // Российский журнал боли. – 2016. – Т. 51, № 3-4. – С. 74–84.

17. Мусаев, А. В. Постдискэктомический синдром: клинико-электронейромиографическая характеристика и методы лечения / А. В. Мусаев, С. Г. Гусейнова, И. Р. Мусаева // Журн. неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. – 2008. – №1. – С. 23–30.

18. Невропатическая боль: клинические рекомендации по диагностике и лечению Российского общества по изучению боли / Давыдов О. С., Яхно Н.Н., Кукушкин М.Л. [и др.] // Российский журнал боли. – 2018. – № 4. – С. 5–41.

19. Никитин, В. В. Динамика нейрофизиологических показателей у экспериментальных животных с хроническим нарушением кровообращения в вертебрально — базиллярном бассейне и хронической миелоишемией пояснично — крестцового отдела под влиянием магнитных полей и электрической стимуляции / В. В. Никитин // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2005. – №4. – С. 8–10.

20. Николаев, С. Г. Атлас по электромиографии / С. Г. Николаев. – Иваново : ИПК "ПрессСто", 2010. – 462 с. – ISBN 978-5-903595-67-9.

21. Николаев, С. Г. Электромиография: клинический практикум / С. Г. Николаев. – 2-е изд., испр. и доп. – Иваново : ПресСто, 2019. – 392 с. ISBN 978-5-9909171-1-8.

22. Одинак, М. М. Клиническая диагностика в неврологии : руководство для врачей / М. М. Одинак, Д. Е. Дыскин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2010. – 526 с. – ISBN 978-5-299-00417-5.

23. Опыт применения ритмической периферической магнитной стимуляции при пояснично-крестцовой радикулопатии / В. Н. Блохина, М. М. Копачка, Е. М. Трошина [и др.] // Нервно-мышечные болезни. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 31–38.

24. Оссификация задней продольной связки и ее роль в формировании корешкового синдрома при остеохондрозе позвоночника / Н. А. Мусалатов, А. Г. Аганесов, В. Н. Елизаров, Н. Е. Хорева // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1996. – № 1. – С. 16–18.

25. Острая неспецифическая (скелетно-мышечная) поясничная боль. Рекомендации Российского общества по изучению боли (РОИБ) / В. А. Парфенов,

Н. Н. Яхно, М. Л. Кукушкин [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2018. – Т. 10, № 2. – С. 4–11.

26. Оценка дисфункции мышц нижних конечностей на предоперационном этапе у больных коксартрозом с деформацией бедренной кости / А. С. Тряпичников, Е. Н. Щурова, О. К. Чегуров, Т. И. Долганова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1-5. – С. 1042–1045.

27. Оценка проприоцептивной функции у пациентов после восстановления передней крестообразной связки / Д. А. Романов, А. В. Гаркави, А. Р. Дрогин [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2022. – Т.15, № 5. – С. 58–65.

28. Парфенов В. А. Боли в поясничной области / В. А. Парфенов, А. И. Исайкин. – 2-е изд.. – Москва : [б. и.], 2019. – 199 с. – ISBN 978-5-00030-727-4.

29. Подчуфарова Е. В. Боль в спине / Е.В. Подчуфарова, Н.Н. Яхно. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 356 с. – ISBN 978-5-9704-1549-8.

30. Попелянский Я. Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология) руководство для врачей. – 7-е изд. – Москва : МЕДпресс-информ, 2020. – 670 с. – ISBN 978-5-00030-787-8.

31. Применение игольчатой электромиографии при исследовании пациентки с миотоническим синдромом после перенесенной дискэктомии L5-S1 / М. Х. Аль-Замиль, Н. А. Куликова, Е. С. Васильева [и др.] // Клиническая неврология. – 2021. – № 2. – С. 3–11.

32. Применение периферической магнитной стимуляции в физиотерапевтической практике. (Обзор литературы) / Д. Б. Кульчицкая, А. Д. Фесюн, Т. В. Кончугова [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2024. – Т. 101, № 3. – С. 62–68.

33. Применение ритмической периферической магнитной стимуляции (РПМС) / В. Н. Блохина, С. Г. Николаев, А. Н. Кузнецов, Э. Г. Меликян // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2016. – Т. 11, № 3. – С. 111–117.

34. Прокопович, В. С. Реабилитация пациентов после поясничной микродискэктомии / В. С. Прокопович, В. А. Парфенов // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 60–65.

35. Прокопович, В. С. Хирургическое лечение дискогенной радикулопатии в пожилом возрасте / В. С. Прокопович // Клиническая геронтология. – 2020. – Т. 26, № 3-4. – С. 50–53.

36. Прохорова, Е. С. Влияние методики комплексной коррекции на силовые характеристики четырёхглавой мышцы бедра у пациентов с пателлофеморальным болевым синдромом / Е. С. Прохорова, В. В. Арьков, М.Р. Макарова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2018. – Т. 17, № 2. – С. 72–75.

37. Прохорова, Е.С. Показатели изокинетической динамометрии мышц бедра у спортсменов с пателлофеморальным болевым синдромом после применения комплексной методики коррекции / Е. С. Прохорова, В. В. Арьков // Спортивная медицина: наука и практика. – 2017. – Т.7, №3. – С. 40–45.

38. Рациональное использование нестероидных противовоспалительных препаратов. Клинические рекомендации / А. Е. Каратеев, Е. Л. Насонов, В. Т. Ивашкин [и др.] // Научно-практическая ревматология. – 2018. – № 56. – С. 1–29.

39. Ритмическая периферическая магнитная стимуляция (РПМС) в реабилитации пациентов с компрессионной радикулопатией в ранние сроки после микродискэктомии / В. Н. Блохина, А. Н. Кузнецов, В. Б. Лебедев, Э. Г. Меликян // Материалы 7 международного конгресса «Нейрореабилитация 2015». – 2015. – С. 38–43.

40. Рогожин, А. А. Электромиография в диагностике радикулопатий / А. А. Рогожин, Ф. И. Девликамова // Нервно-мышечные болезни. – 2013. – № 2. – С. 27–34.

41. Семелева, Е. В. Качество жизни больных остеохондрозом / Е. В. Семелева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №1 (55). – С. 165-167.

42. Скоромец А. А. Топическая диагностика заболеваний нервной системы руководство для врачей / А. А. Скоромец, А. П. Скоромец, Т. А. Скоромец; под

редакцией профессора А. В. Амелина и профессора Е. Р. Баранцевича. – 12-е изд., перераб. и доп.. – Санкт-Петербург : Политехника, 2022. – 696 с. –ISBN 978-5-7325-1189-5.

43. Сосудистые заболевания спинного мозга Рук. для врачей / А. А. Скоромец, Т. П. Тиссен, А. И. Панюшкин, Т. А. Скоромец; [Науч. ред. В. В. Байков]. – СПб. : СОТИС, 1998. – 525 с. – ISBN 5-85503-075-X (В пер.).

44. Сравнительный анализ возбудимости корешковой и внутримышечной аксональной систем у здоровых добровольцев при периферической магнитной стимуляции / В. Н. Блохина, А. Н. Кузнецов, О. И. Виноградов [и др.] // Нервно-мышечные болезни. – 2017. – №2. – С. 48–53.

45. Тараканов, А. А. Инструментальная валидация опросника «Боль в нижней части спины и нарушение жизнедеятельности (Roland-Morris)» / А. А. Тараканов, В. В. Ефремов // Российский журнал боли. – 2018. – Т. 56, № 2. – С. 96–97.

46. Топический диагноз в неврологии по Петеру Дуусу [Текст] : анатомия, физиология, клиника / под ред. Матиаса Бера, Михеля Фротшера ; пер. с англ. под ред. О. С. Левина. – 3-е изд. на русском языке – Москва : Практическая медицина, 2015. – 602с. – ISBN 978-5-98811-360-5.

47. Триумфов, А. В. Топическая диагностика заболеваний нервной системы [Текст] : краткое руководство / А. В. Триумфов. – 19-е изд. – Москва : МЕДпресс-информ, 2015. – 261 с. – ISBN 978-5-00030-221-7.

48. Функциональная электростимуляция при восстановлении ходьбы после инсульта. Обзор научной литературы / Е. А. Гурьянова, В. В. Ковальчук, О. А. Тихоплав, Ф. Г. Литвак // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. – 2020. – Т. 2, № 3. – С. 244–262.

49. Хабиров, Ф. А. Некоторые аспекты терапии спондилоартрозов / Ф. А. Хабиров, Ф. И. Девликамова // РМЖ. – 2002. – № 25. – С. 1187.

50. Ходулев, В. И. Клиническая и электронейромиографическая характеристика пациентов с изолированной радикулопатией S1 / В. И. Ходулев, О. В. Кобылко, А. А. Ковалев // Медицинские новости. – 2023. – № 8. – С. 54–57.

51. Хроническая неспецифическая (скелетно-мышечная) поясничная боль. Рекомендации Российского общества по изучению боли (РОИБ) / В. А. Парфенов, Н. Н. Яхно, О. С. Давыдов [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2019. – Т. 11, № 2S. – С. 7–16.

52. Черепанов, В. А. Русская версия опросника Освестри: культурная адаптация и валидность / В. А. Черепанов // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 3. – С. 93–98.

53. Широков, В. А. Влияние условий труда на распространенность поясничных болевых синдромов (обзор литературы) / В. А. Широков, Н. Л. Терехов, А. В. Потатурко // Уральский медицинский журнал. – 2019. – Т. 181, № 13. – С. 76–81.

54. Щуров, В. Динамометрия мышц голени у больных мужского пола с заболеваниями опорно-двигательной системы / В. Щуров, О. Колчев, Н. Буторина // Гений ортопедии. – 2007. – № 3. – С. 63–66.

55. Электромиографические методы в дифференциальной диагностике и обосновании нейрохирургического лечения радикулопатий, вызванных заболеваниями позвоночника. Информативность и методология / Е. Г. Селиверстова, М. В. Синкин, А. Ю. Кордонский, [и др.] // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2022. – Т. 86, № 2. – С. 109–118.

56. Эффективность функциональной электростимуляции нижних конечностей у пациентов, перенесших инсульт / Т. А. Кантур, Е. В.Хмелева, Ю. Б. Колесникова, Ж. Б. Барзеева // Тихоокеанский медицинский журнал. –2023. – № 4. – С. 21–25.

57. Ястребцева, И. П. Функциональное восстановление моторики после инсульта с позиций доказательной медицины / И. П. Ястребцева, А. В. Кочетков, С. В. Николаева // Доктор.Ру. Неврология Психиатрия. – 2016. – Т. 121, № 4. – С. 26–29.

58. A Modern Pain Neuroscience Approach in Patients Undergoing Surgery for Lumbar Radiculopathy: A Clinical Perspective / L. Goudman, E. Huysmans, K. Ickmans [et al.] // Phys Ther. – 2019. – Vol. 99, № 7. – P. 933–945.

59. A practical guide to diagnostic tra nscranial magnetic stimulation: report of an IFCN committee / S. Groppa, A. Oliviero, A. Eisen [et al.] // Clin Neurophysiol. –2012. – Vol. 123, № 5. – P. 858–82.

60. A Review of Lumbar Radiculopathy, Diagnosis, and Treatment / J. A. Berry, C. Elia, H. S. Saini, D. E. Miulli // Cureus. – 2019. – Vol. 11, № 10. – P. e5934.

61. A sham stimulation-controlled trial of rTMS of the unaffected hemisphere in stroke patients / C. G. Mansur, F. Fregni, P. S. Boggio [et al.] // Neurology. – 2005. – Vol. 64, № 10. – P. 1802–1804.

62. Aglas, F. Ergebnisse einer Anwendungsbeobachtung mit Diclofenac/Orphenadrin-Infusionen bei Patienten mit muskuloskelettalen Krankheiten und Funktionsstörungen [Results of efficacy study with diclofenac/orphenadrine infusions in patients with musculoskeletal diseases and functional disorders] / F. Aglas, F. M. Fruhwald, K. Chlud // Acta Med Austriaca. – 1998. – Vol. 25, № 3. – P. 86–90. German

63. Altun, I. Lumbar herniated disc: spontaneous regression / I. Altun, K.Z. Yuksel // Korean J Pain. – 2017. – Vol. 30, № 1. – P. 44–50.

64. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy / D. S. Kreiner, S. W. Hwang, J. E. Easa [et al.] // Spine J. – 2014. – Vol. 14, №1. – P. 180-91.

65. An intensive, progressive exercise program reduces disability and improves functional performance in patients after single-level lumbar microdiskectomy / K. Kulig, G. J. Beneck, D. M. Selkowitz [et al.] // Physical Therapy. – 2009. – Vol. 89, № 11. – P. 1145–1155.

66. Anticonvulsants in the treatment of low back pain and lumbar radicular pain: a systematic review and meta-analysis / O. Enke, H. A. New, C. H. New [et al.] // CMAJ. – 2018. – Vol. 190, № 26. – P. E786–E793.

67. Application of algometry in patients with cervical and lumbar radiculopathy / N. Vučinić, M. Erić, S. Tomašević-Todorović, B. Milekić // J Back Musculoskelet Rehabil. – 2018. – Vol. 31, № 3. – P. 567–575.

68. Bardin, L. D. Diagnostic triage for low back pain: a practical approach for primary care / L. D. Bardin, P. King, C. G. Maher // Medical Journal of Australia. – 2017. – Vol. 206, № 6. – P. 268–273.

69. Bateman, E. A. Musculoskeletal mimics of lumbosacral radiculopathy / E. A. Bateman, C. D. Fortin, M. Guo // Muscle Nerve. – 2025. – Vol. 71, № 5. – P. 816–832.

70. Beaulieu, L. D. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: A literature review on parameters of application and afferents recruitment / L. D. Beaulieu, C. Schneider // Neurophysiol Clin. – 2015. – Vol. 45, № 3. – P. 223–237.

71. Benefits and harms of spinal manipulative therapy for the treatment of chronic low back pain: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials / S. M. Rubinstein, A. de Zoete, M. van Middelkoop [et al.] // BMJ. – 2019. – Vol. 364. – P. l689.

72. Boutron, I. CONSORT Statement for Randomized Trials of Nonpharmacologic Treatments: A 2017 Update and a CONSORT Extension for Nonpharmacologic Trial Abstracts / I. Boutron D. G. Altman, D. Moher [et al.] // Annals of Internal Medicine. American College of Physicians; 2017;167(1):40.

73. Bradford, D. S. Harrington lecture: the future of academic spine surgery: challenges and opportunities / D.S. Bradford // Spine (Phila Pa 1976). – 2005. – Vol. 30, № 12. – P. 1345–1350.

74. Cerezci, O. Importance of Physiotherapy after Lumbar Microdiscectomy / O. Cerezci, A. T.Başak // Turk Neurosurg. – 2023. – Vol. 33, № 1. – P.150–155.

75. Chang, W. J. Muscle Relaxants for Acute and Chronic Pain / W. J. Chang // Phys Med Rehabil Clin N Am. – 2020. – Vol. 31, № 2. – P. 245–254.

76. Clark, R. Surgical Management of Lumbar Radiculopathy: a Systematic Review / R. Clark, R. P. Weber, L. Kahwati // J Gen Intern Med. – 2020. – Vol. 35, № 3. –P. 855–864.

77. Clinical classification criteria for radicular pain caused by lumbar disc herniation: the radicular pain caused by disc herniation (RAPIDH) criteria / S. Genevay, D. S. Courvoisier, K. Konstantinou [et al.] // Spine J. – 2017. – Vol. 17, №10. – P. 1464–1471.

78. Clinical diagnostic model for sciatica developed in primary care patients with low back-related leg pain / Stynes S, Konstantinou K, Ogollah R, Hay EM, Dunn KM. // PLoS One. – 2018. – Vol. 13, № 4. – P. e0191852.

79. Cobianchi, S. Assessment of sensory thresholds and nociceptive fiber growth after sciatic nerve injury reveals the differential contribution of collateral reinnervation and nerve regeneration to neuropathic pain / S. Cobianchi, J. de Cruz, X. Navarro // Exp Neurol. – 2014. – Vol. 255. – P. 1–11.

80. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4) / D. Bouhassira, N. Attal, H. Alchaar [et al.] // Pain. – 2005. – Vol. 114, № (1–2). – P. 29–36.

81. Correlation of pain, functional impairment, and health-related quality of life with radiological grading scales of lumbar degenerative disc disease / M. V. Corniola, M. N. Stienen, H. Joswig [et al.] // Acta Neurochir (Wien). – 2016. – Vol. 158, № 3. – P. 499–505.

82. Dang, L. Lumbar Disk Herniation in Children and Adolescents: The Significance of Configurations of the Lumbar Spine / L. Dang, Z. Chen, X. Liu [et al.] // Neurosurgery. – 2015. – Vol. 77. – № 6. – P. 954–959.

83. Davies, G. A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques (4th Edition). 1992. – Onalaska, WI: S&S Publishers. – 530 p.

84. Demircioğlu, G. Comparison of the efficacy of auricular vagus nerve stimulation and conventional low back rehabilitation in patients with chronic low back pain / G. Demircioğlu, A. V. Özden, H. Genç // Complement Ther Clin Pract. – 2024. – Vol. 56. – P. 101862.

85. Deyo, R. A. Clinical practice. Herniated Lumbar Intervertebral Disk / R. A. Deyo, S. K. Mirza // N Engl J Med. – 2016. – Vol. 374, № 18. – P. 1763–7172.

86. Diagnosis of lumbar radiculopathy using simultaneous MR neurography and apparent T2 mapping / T. Sato, Y. Eguchi, M. Norimoto [et al.] // J Clin Neurosci. – 2020. – Vol. 78. – P. 339–346.

87. Duloxetine versus placebo in patients with chronic low back pain: a 12-week, fixed-dose, randomized, double-blind trial / V. Skljarevski, S. Zhang, D. Desaiah [et al.] // J Pain. – 2010. – Vol. 11, № 12. – P. 82–1290.

88. Early efficacy of postoperative rehabilitation training for lumbar disc herniation / Y. Zhu, S. Xia, W. Yang [et al.] // BMC Sports Sci Med Rehabil. – 2023. – Vol. 15, № 1. – P. 97.

89. Early rehabilitation after lumbar disc surgery is not effective or cost-effective compared to no referral: a randomised trial and economic evaluation / T. Oosterhuis, R. W. Ostelo, J. M. van Dongen [et al.] // J Physiother. – 2017. – Vol. 63, № 3. – P. 144–153.

90. Effect of Gabapentin vs Pregabalin on Pain Intensity in Adults With Chronic Sciatica: A Randomized Clinical Trial / K. Robertson, L. A. G Marshman, D. Plummer, E. Downs // JAMA Neurol. – 2019. – Vol. 76, № 1. – P. 28–34.

91. Effect of mindfulness-based stress reduction vs cognitive behavioral therapy or usual care on back pain and functional limitations in adults with chronic low back pain: a randomized clinical trial / D. C. Cherkin, K. J. Sherman, B. H. Balderson [et al.] // JAMA. – 2016. – Vol. 315, №12. – P. 1240–1249.

92. Effect of perioperative pain neuroscience education in people undergoing surgery for lumbar radiculopathy: a multicentre randomised controlled trial / E. Huysmans, L. Goudman, I. Coppieters [et al.] // Br J Anaesth. – 2023. – Vol. 131, № 3. – P. 572–585.

93. Effect of Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation on Patients with Low Back Pain: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials / Y. Diao, J. Pan, Y. Xie [et al.] // Arch Phys Med Rehabil. – 2023. – Vol. 104, № 9. – P. 1526–1538.

94. Effect of Spinal Cord Burst Stimulation vs Placebo Stimulation on Disability in Patients With Chronic Radicular Pain After Lumbar Spine Surgery: A Randomized Clinical Trial / S. Hara, H. Andresen, O. Solheim [et al.] // JAMA. – 2022. – Vol. 328, № 15. – P. 1506–1514.

95. Effects of Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation on Patients with Acute Low Back Pain: A Pilot Study / Y. H. Lim, J. M. Song, E. H. Choi, J. W. Lee // Ann Rehabil Med. – 2018. – Vol. 42, № 2. – P. 229–238.

96. Efficacy and tolerability of muscle relaxants for low back pain: Systematic review and meta-analysis / C. Abdel Shaheed, C. G. Maher, K. A. Williams, A. J. McLachlan // Eur J Pain. – 2017. – Vol. 21, № 2. – P. 228–237.

97. Efficacy of coupling repetitive transcranial magnetic stimulation and physical therapy to reduce upper-limb spasticity in patients with stroke: a randomized controlled trial / S. C. Barros Galvão, R. Borba Costa dos Santos, P. Borba dos Santos [et al.] // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2014. – Vol. 95, № 2. – P. 222–229.

98. Efficacy of lumbar kinetic chain training for staged rehabilitation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy / Z. Lyu, J. Bai, S. Chen [et al.] // BMC Musculoskelet Disord. – 2021. – Vol. 22, № 1. – P. 793.

99. Efficacy of the lumbar stabilization and thoracic mobilization exercise program on pain intensity and functional disability reduction in chronic low back pain patients with lumbar radiculopathy: A randomized controlled trial / S. Kostadinović, N. Milovanović, J. Jovanović, S. Tomašević-Todorović // J Back Musculoskelet Rehabil. – 2020. – Vol. 33, № 6. – P. 897–907.

100. El Mhandi, L. Isokinetic testing in patients with neuromuscular diseases: a focused review / L. El Mhandi, F. Bethoux // Am J Phys Med Rehabil. – 2013. – Vol. 92, № 2. – P. 163–178.

101. Electromagnetic fields in medicine – The state of art / J. Pasek, T Pasek, K Sieroń-Stołtny [et al.] // Electromagn Biol Med. – 2016. – Vol. 35, № 2. – P. 170–175.

102. Evaluation of pulsed electromagnetic field therapy for the treatment of chronic postoperative pain following lumbar surgery: A pilot, double-blind, randomized, sham-controlled clinical trial / R. G. Sorrell, J. Muhlenfeld, J. Moffett [et al.] // J Pain Res. – 2018. – Vol. 11. – P. 1209–1222.

103. Explanatory models of muscle performance in acromegaly patients evaluated by knee isokinetic dynamometry: Implications for rehabilitation / A. J. Lopes, A. S. Ferreira, E. M. Walchan [et al.] // Hum Mov Sci. – 2016. – Vol. 49. – P. 160–169.

104. Farshad-Amacker, N.A. MR imaging of degenerative disc disease / N. A. Farshad-Amacker, M. Farshad, A. Winklehner, G. Andreisek // Eur J Radiol. – 2015. – Vol. 84, №9. – P. 1768–1776.

105. Foot and ankle muscle strength in people with gout: A two-arm cross-sectional study / Stewart S, Mawston G, Davidtz L, [et al.] // Clin Biomech (Bristol, Avon). – 2016. – Vol. 32. – P. 207–211.

106. Fragmentectomy versus conventional microdiscectomy in single-level lumbar disc herniations: comparison of clinical results and recurrence rates / G. S. Baek, Y. S. Kim, M. C. Lee [et al.] // J Korean Neurosurg Soc. – 2012. – Vol. 52, № 3. – P. 210–214.

107. Functional outcome measures for knee dysfunction assessement / D. R. Keskula, J. B. Duncan, V. L. Davis [et al.] // J of Athl Train. – 1996. – Vol. 31, № 2. – P. 105–110.

108. Gabapentin versus Transdermal Fentanyl Matrix for the Alleviation of Chronic Neuropathic Pain of Radicular Origin: A Randomized Blind Multicentered Parallel-Group Noninferiority Trial / C. J. Hwang, J. H. Lee, J. H. Kim [et al.] // Pain Res Manag. – 2019. – Vol. 2019. – P. 4905013.

109. Gautschi, O.P. The usefulness of radiological grading scales to predict pain intensity, functional impairment, and health-related quality of life after surgery for lumbar de- generative disc disease / O.P. Gautschi, M.N. Stienen, H. Joswig [et al.] // Acta Neu- rochir (Wien). – 2017. – Vol. 159, № 2. – P. 271–279.

110. Ghahreman, A. The efficacy of transforaminal injection of steroids for the treatment of lumbar radicular pain / A. Ghahreman, R. Ferch, N. Bogduk //Pain Medicine. – 2010. – Vol. 11, № 8. – P. 1149–1168.

111. Gulati, S. Lumbar microdiscectomy for sciatica in adolescents: a multicentre observa- tional registry-based study / S. Gulati, M.A. Madsbu, T.K. Solberg [et al.] // Acta Neu- rochir (Wien). – 2017. – Vol. 159, № 3. – P. 509–516.

112. Hahne, A. J. Conservative management of lumbar disc herniation with associated radiculopathy: a systematic review / A. J. Hahne, J. J. Ford, J. M. McMeeken // Spine (Phila Pa 1976). – 2010. – Vol. 35, № 11. – P. E488–504.

113. Hakkinen, A. Health related quality of life after lumbar disc surgery: a prospective study of 145 patients / A. Hakkinen, H. Kautiainen, H. Sintonen // Disability and Rehabilitation. – 2005. – Vol. 27, № 3. – P. 94–100.

114. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review / T. Stark, B. Walker, J. K. Phillips [et al.] PMR. – 2011. – Vol. 3, № 5. – P. 472–479.

115. Health-related quality of life deviations from population norms in patients with lumbar radiculopathy: associations with pain, pain cognitions, and endogenous nociceptive modulation / W. Van Bogaert, K. Putman, I. Coppieters [et al.] // Qual Life Res. – 2022. – Vol. 31, № 3. – P. 745–757.

116. Heider F. C. Lumbaler Bandscheibenvorfall [Lumbar disc herniation] / F. C. Heider, C. J. Siepe // Orthopadie (Heidelb). – 2025. – Vol. 54, № 1. – P. 3–17. German

117. Hooten, W. M. Evaluation and Treatment of Low Back Pain: A Clinically Focused Review for Primary Care Specialists / W. M. Hooten, S. P. Cohen // Mayo Clin Proc. – 2015. – Vol. 90, № 12. – P.1699–1718.

118. Hu, D. Lumbar Radiculopathy Caused by Epidural Gas Collection / D. Hu, K. Xu, S. Xiao // Case Rep Orthop. – 2022. – Vol. 2022. – P. 8338131.

119. Immune cascades in human intervertebral disc: the pros and cons / Sun Z., Zhang M., Zhao XH, et al. Int J Clin Exp Pathol. – 2013. – Vol. 6, № 6. – P. 1009–1014.

120. Improvement of hip abductor muscle weakness after lumbar decompressive surgery / T. Sasaji, K. Horaguchi, N. Yamada, K. Iwai // Upsala Journal of Medical Sciences. – 2012. – Vol. 117, № 4. – P. 426–429.

121. Impulse magnetic stimulation facilitates synaptic regeneration in rats following sciatic nerve injury / S. A. Zhivolupov, M. M. Odinak, N. A. Rashidov [et al.] // Neural Regen Res. – 2012. – Vol. 7, № 17. – P. 1299–1303.

122. Incidence of and risk factors for lumbar disc herniation with radiculopathy in adults: a systematic review / C. A. Hincapié, D. Kroismayr, L. Hofstetter [et al.] // Eur Spine J. – 2025. – Vol. 34, № 1. – P. 263–294.

123. Inflammation in the intervertebral disc herniation / I. Cosamalón-Gan, T. Cosamalón-Gan, G. Mattos-Piaggio [et al.] // Neurocirugia (Engl Ed). 2021. – Vol. 32, №1. – P. 21–35.

124. International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: Revised 2019 / R. Rupp, F. Biering-Sørensen, S. P. Burns [et al.] // Top Spinal Cord Inj Rehabil. – 2021. – Vol. 27, № 2. – P. 1–22.

125. Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles / B. Habets, J. B. Staal, M. Tijssen, [et al.] // BMC Res Notes. – 2018. – Vol. 11, № 1. – P. 15.

126. Isokinetic dynamometry as a technologic assessment tool for trunk rigidity in Parkinson's disease patients / R. Cano-de-la-Cuerda, L. Vela-Desojo, J. C. Miangolarra-Page [et al.] // NeuroRehabilitation. – 2014. – Vol. 35, № 3. – P. 493–501.

127. Kimura, J. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice / J. Kimura ; Oxford University Press, Ed. 3., 2001. – 1024 p. – ISBN 0198029713.

128. Kingham, P. J. Bioengineered nerve regeneration and muscle reinnervation / P. J. Kingham, G. Terenghi // J Anat. – 2006. – Vol. 209, № 4. – P. 511–526.

129. Kristensen, O. H. Muscle strength and poststroke hemiplegia: a systematic review of muscle strength assessment and muscle strength impairment / O. H. Kristensen, E. Stenager, U. Dalgas // Arch Phys Med Rehabil. – 2017. – Vol. 98, № 2. – P. – 368–380.

130. Kuligowski, T. Manual Therapy in Cervical and Lumbar Radiculopathy: A Systematic Review of the Literature / T. Kuligowski, A. Skrzek, B. Cieślik // Int J Environ Res Public Health. – 2021. – Vol. 18, № 11. – P. 6176.

131. Lemmelä, S. Genome-Wide Meta-Analysis of Sciatica in Finnish Population / S. Lemmelä, S. Solovieva, R. Shiri [et al.] // PLoS One. – 2016. – Vol. 11, № 10. – P. e0163877.

132. Liu, J. K. Epidural venous engorgement resulting in progressive cervical myelopathy from shunt-related intracranial hypotension. Case report and review of the literature. / J. K. Liu, O. N. Gottfried, D. L. Brockmeyer // J Neurosurg. – 2006. – Vol. 105, № 6 (Suppl). – P. 499–503.

133. Low Back Pain, a Comprehensive Review: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment / I. Urits, A. Burshtein, M. Sharma [et al.] // Current Pain and Headache Reports. – 2019. – Vol. 23, № 3. – P. 23.

134. Lumbar disc herniation: Epidemiology, clinical and radiologic diagnosis WFNS spine committee recommendations / M. Pojskic, E. Bisson, J. Oertel, [et al.] // World Neurosurg X. – 2024. – Vol. 22. – P. 100279.

135. Lumbar disc nomenclature: version 2.0: Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology / D. F. Fardon, A. L. Williams, E. G. Dohring [et al.] // The Spine Journal. – 2014. – Vol. 14, № 11. – P. 2525–2545.

136. Lumbar radiculopathy and fracture risk: A Korean nationwide population-based cohort study / S. Han, H. D. Lee, H. D. Jang [et al.] // Bone. – 2024. – Vol. 179. –P. 116981.

137. Lumbosacral radicular pain / L. Peene, S. P. Cohen, J. W. Kallewaard [et al.] // Pain Pract. – 2024. – Vol. 24, № 3. – P. 525–552.

138. Manipulative rehabilitation applied soon after lumbar disc surgery improves late post-operative functional disability: A preliminary 2-year follow-up study / B. J. Kim, T. Kim, J. Ahn [et al.] // J Back Musculoskelet Rehabil. – 2017. – Vol. 30, № 5. – P. 999–1004.

139. Massage for low-back pain / A. D. Furlan, M. Giraldo, A. Baskwill [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. – 2015. – № 9. – P. CD001929.

140. Mechanism underlying painful radiculopathy in patients with lumbar disc herniation / G. Samuelly-Leichtag, E. Eisenberg, Y. Zohar [et al.] // Eur J Pain. – 2022. – Vol. 26, № 6. – P. 1269–1281.

141. Microdiscectomy Is More Cost-effective Than a 6-Month Nonsurgical Care Regimen for Chronic Radiculopathy / R. A. Glennie, J. C. Urquhart, P. Koto [et al.] // Clin Orthop Relat Res. – 2022. – Vol. 480, №3. – P. 574–584.

142. Muscle strength and power in persons with multiple sclerosis — a systematic review and meta-analysis / M. Jørgensen, U. Dalgas, I. Wens [et al.] // J Neurol Sci. – 2017. – Vol. 376. – P. 225–241.

143. Muscle strength in breast cancer patients receiving different treatment regimes / O. Klassen, M. E. Schmidt, C. M. Ulrich [et al.] // J Cachexia Sarcopenia Muscle. – 2017. – Vol. 8, № 2. – P. 305–316.

144. N-Acetyl Cysteine as an Add-on Therapy is Useful in Treating Acute Lumbar Radiculopathy Caused by Disc Herniation: Results of a Randomized, Controlled Clinical Trial / B. Heidari, Z. A. Seyedian, M. Mehrpooya [et al.] // Rev Recent Clin Trials. – 2023. – Vol.18, № 4. – P. 288–299.

145. Nanomaterial-based approaches for neural regeneration / R. I. Teleanu, O. Gherasim, T. G. Gherasim [et al.] // Pharmaceutics. – 2019. – Vol. 11, № 6. – P. E266.

146. National Clinical Guidelines for non-surgical treatment of patients with recent onset low back pain or lumbar radiculopathy / M. J. Stochkendahl P. Kjaer, J. Hartvigsen [et al.] / European Spine Journal. – 2018. – Vol. 27, № 1. – P. 60–75.

147. Natural Language Processing-Driven Artificial Intelligence Models for the Diagnosis of Lumbar Disc Herniation with L5 and S1 Radiculopathy: A Preliminary Evaluation / P. Wang, Z. Zhang, Z. Xie [et al.] // World Neurosurg. – 2024. – Vol. 189. – P. e300–e309.

148. Nee, R. J. Reliability of the straight leg raise test for suspected lumbar radicular pain: A systematic review with meta-analysis / R. J. Nee, M. W. Coppieters, B. S. Boyd // Musculoskelet Sci Pract. – 2022. – Vol. 59. – P. 102529.

149. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord and roots: basic principles and procedures for routine clinical application. Report of an IFCN committee / P. M. Rossini, A. T. Barker, A. Berardelli [et al.] // Electroencephalogr Clin Neurophysiol. – 1994. – Vol. 91, № 2. – P. 79–92.

150. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians / A. Qaseem, T. J. Wilt, R. M. McLean, M. A. Forciea // Ann Intern Med. – 2017. – Vol. 166, № 7. – P. 514-530.

151. Nonpharmacologic therapies for low back pain: a systematic review for an American College of Physicians Clinical Practice Guideline / R. Chou R. Deyo, J. Friedly [et al.] // Annals of internal medicine. – 2017. – Vol. 166, № 7. – P 493–505.

152. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs for sciatica: an updated Cochrane review / E. Rasmussen-Barr, U. Held, W. J. Grooten [et al.] // Spine. – 2017. – Vol. 42, №8. – P. 586–594.

153. Nonsurgical interventional therapies for low back pain: a review of the evidence for an American Pain Society clinical practice guideline / R. Chou, S. J. Atlas, S. P. Stanos [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2009. – Vol. 34, № 10. – P.1078–1093.

154. Novel genetic variants associated with lumbar disc degeneration in northern Europeans: a meta-analysis of 4600 subjects / F. M. Williams, A. T. Bansal, J. B. van Meurs [et al.] // Ann Rheum Dis. – 2013. – Vol. 72, № 7. – P. 1141–1148.

155. Omar, A. S. Evaluation of pulsed electromagnetic field therapy in the management of patients with discogenic lumbar radiculopathy / A. S. Omar, M. A. Awadalla, M. A. El-Latif Int // J Rheum Dis. – 2012. – Vol. 15, № 5. P. e101–108.

156. Optimal duration of conservative management prior to surgery for cervical and lumbar radiculopathy: a literature review / V. J. Alentado, D. Lubelski, M. P. Steinmetz [et al.] // Spine. – 2014. – Vol. 4, № 4. – P. 279–286.

157. Outcome after less-invasive surgery for decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy / C. Thome, D. Zevgaridis, O. Lehata [et al.] // J. Neurosurgery: Spine. – 2005. – Vol. 3, № 2. – P. 129–141.

158. Paksoy, Y. Epidural venous plexus enlargements presenting with radiculopathy and back pain in patients with inferior vena cava obstruction or occlusion / Y. Paksoy, N. Gormus // Spine (Phila Pa 1976). – 2004. – Vol. 29, № 21. – P. 2419-24.

159. Perrin, D. H. Open chain isokinetic assessment and exercise of the knee / D. H. Perrin // J Sport Rehabil. – 1994. – №3. – P. 245–54.

160. Persistent radiculopathy after surgical treatment for lumbar disc herniation: causes and treatment options / A. Rogerson, J. Aidlen, L.G. Jenis // Int Orthop. –2019. – Vol. 43, № 4. – P. 969–973.

161. Preoperative pain neurophysiology education for lumbar radiculopathy: A randomized-controlled trial / İ. Saraçoğlu, İ. Kaya, İ. D. Cingöz, H. Emre Aydın // Turk J Phys Med Rehabil. – 2021. – Vol. 67, № 3. – P. 328–335.

162. Prognosis of sciatica and back-related leg pain in primary care: the ATLAS cohort. / K. Konstantinou, K. M. Dunn, R. Ogollah [et al.] // Spine J. – 2018. – Vol. 18, № 6. – P. 1030–1040.

163. Prognostic factors for physical functioning after multidisciplinary rehabilitation in patients with chronic musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis / E. Tseli, K. Boersma, B-M. Stålnacke [et al.] // Clin J Pain. – 2019. – Vol. 35, № 2. – P. 148–173.

164. Pulsed electromagnetic field therapy effectiveness in low back pain: A systematic review of randomized controlled trials / R. Andrade, H. Duarte, R. Pereira [et al.] // Porto Biomed J. – 2016. – Vol. 1, №5. P. – 156–163.

165. Quality Metric health outcomes TM scoring software 4.0. / R. N. Saris-Baglama, C. J. Dewey, G. B. Chisholm [et al.] // Lincoln, RI: Quality Metric Incorporated, 2010. – P. 138.

166. Quality of Life in Patients Undergoing Spine Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis / N. R. Nayak, J. H. Stephen, M. A. Piazza [et al.] // Global Spine J. – 2019. – Vol. 9, № 1. P. – 67–76.

167. Recurrence of lumbar disc herniation after microendoscopic discectomy / M. Matsumoto, K. Watanabe, N. Hosogane [et al.] // J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg. – 2013. – Vol. 74, №4. – P. 222–227.

168. Rehabilitation after cervical and lumbar spine surgery / T. P. Barbosa, A. R. Raposo, P. D. Cunha [et al.] // EFORT Open Rev. – 2023. – Vol. 8, № 8. – P. 626– 638.

169. Rehabilitation after lumbar disc surgery / T. Oosterhuis, L. O. P. Costa, C. G. Maher [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. – 2014. – Vol. 2014, № 3. – P. CD003007.

170. Rehabilitation after lumbar spine surgery in adults: a systematic review with meta-analysis / T. Manni, N. Ferri, C. Vanti [et al.] // Arch Physiother. – 2023. – Vol. 13, № 1. – P. 21.

171. Reliability of isokinetic dynamometry in assessing plantarflexion torque following Achilles tendon rupture / R. Chester, M. L. Costa, L. Shepstone [et al.] // Foot Ankle Int. – 2003. – Vol. 24, № 12. – P. 909–915.

172. Reoperation rate after surgery for lumbar herniated intervertebral disc disease nationwide cohort study / C. H. Kim, C. K. Chung, C. S. Park [et al.] // Spine. – 2013. – Vol. 38, № 7. – P. 581–590.

173. Repetitive peripheral magnetic nerve stimulation (rPMS) as adjuvant therapy reduces skeletal muscle reflex activity / V. R. Zschorlich, M. Hillebrecht, T. Tanjour [et al.] // Front Neurol. – 2019. – Vol. 10. – P. 930.

174. Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation (rPMS) in Subjects With Lumbar Radiculopathy: An Electromyography-guided Prospective, Randomized Study / S. E. Savulescu, M. Berteanu, I. Filipescu [et al.] // In Vivo. –2021. – Vol. 35, №1. – P. 623–627.

175. Review of the principal extra spinal pathologies causing sciatica and new MRI approaches / A. Ailianou, A. Fitsiori, A. Syrogiannopoulou [et al.] // Br J Radiol. – 2012. – Vol. 85, №1014. – P. 672–681.

176. Risk factors for sciatica leading to hospitalization / U. Euro, P. Knekt, H. Rissanen [et al.] // European Spine Journal. – 2018. – Vol. 27, № 7. – P. 1501–1508.

177. Roche, A. G. L. Surface-applied functional electrical stimulation for orthotic and therapeutic treatment of drop-foot aft er stroke – a systematic review / A. G. L. Roche, S. Coote // Phys. Ther. Rev. – 2009. – Vol. 14, № 2. – P. 63–80.

178. Roland, M.O. A study of the natural history of back pain. Part 1: Development of a reliable and sensitive measure of disability in low back pain / M. O. Roland, R. W. Morris // Spine. – 1983. – Vol. 8. – P. 141–144.

179. Ropper, A. H. Sciatica / A. H. Ropper, R. D. Zafonte // N Engl J Med. – 2015. – Vol. 372. – P. 1240–1248.

180. Rousseff, R. T. False localising levels in spinal cord compression. / R. T. Rousseff, P. Tzvetanov // NeuroRehabilitation. – 2006. – Vol. 21, №3. – P. 219–222.

181. Schroeder, G. D. The epidemiology and pathophysiology of lumbar disc herniations / G. D. Schroeder, C. A. Guyre, A. R. Vaccaro // Seminars in Spine Surgery. – WB Saunders. – 2016. – Vol. 28, № 1. – P. 2–7.

182. Segmental mobility, disc height and patient-reported outcomes after surgery for degenerative disc disease: A prospective randomized trial comparing disc replacement and multidisciplinary rehabilitation / L. G. Johnsen, P. Brinckmann, C. Hellum [et al.] // Bone Joint J. – 2013. – Vol. 95-B, №1. – P. 81–89.

183. Selkirk, S. M. Low back pain, radiculopathy / S. M. Selkirk, R. Ruff // Handb Clin Neurol. – 2016. – Vol. 136. – P. 1027–1033.

184. SF-36 Health Survey. Manual and interpretation guide / J. E. Ware, K. K. Snow, M. Kosinski [et al.] ; Health Institute, New England Medical Center, 1997. – 300 p.

185. Shoulder Dynamic Control Ratio and Rotation Range of Motion in Female Junior Elite Handball Players and Controls / R. van Cingel, B. Habets, L. Willemsen [et al.] // Clin J Sport Med. – 2018. – Vol. 28, № 2. – P. 153–158.

186. Singh, V. Percutaneous lumbar laser disc decompression: An update of current evidence / V. Singh // Pain Physician. – 2013. – Vol. 16, № 2 (Suppl.). – P. SE229–SE260.

187. Single-level lumbar fusion in chronic discogenic low-back pain: psychological and emotional status as a predictor of outcome measured using the 36-item Short Form / R. Derby, J. J. Lettice, T. A. Kula [et al.] // J. Neurosurgery: Spine. – 2005. – Vol. 3, № 4. – P. 255–261.

188. Sports & exercise biomechanics / P. Grimshaw, A. Lees, N. Fowler [et al.] ; Garland Science, 2007 – 392 p. – ISBN 1-85996-284-X.

189. Stjernbrandt, A. Occupational cold exposure is associated with neck pain, low back pain, and lumbar radiculopathy / A Stjernbrandt, E. Hoftun Farbu // Ergonomics. – 2022. – Vol. 65, № 9. – P. 1276–1285.

190. Studies with pain rating scales / W. W. Downie, P. A. Leatham, V. M. Rhind // Ann Rheum Dis. – 1978. – Vol. 37. – P. 378–381.

191. Sulaiman, W. Neurobiology of peripheral nerve injury, regeneration, and functional recovery: From bench top research to bedside application / W. Sulaiman, T. Gordon // Ochsner J. – 2013. – Vol. 13, № 1. – P. 100–108.

192. Surgery or physical activity in the management of sciatica: a systematic review and meta-analysis / M. Fernandez, M. L. Ferreira, K. M. Refshauge [et al.] // Eur Spine J. – 2016. – Vol. 25. – P. 3495–3512.

193. Surgical treatment of lumbar disc herniation in different ages-evaluation of 11,237 patients / F. Strömqvist, B. Strömqvist, B. Jönsson [et al.] // Spine J. – 2017. – Vol. 17, № 11. – P. 1577–1585.

194. Systematic literature review of imaging features of spinal degeneration in asymptomatic populations / W. Brinjikji, P. H. Luetmer, B. Comstock [et al.] //American Journal of Neuroradiology. – 2015. – Vol. 36, № 4. – P. 811–816.

195. Tawa, N. Accuracy of clinical neurological examination in diagnosing lumbo-sacral radiculopathy: a systematic literature review / N. Tawa, A. Rhoda, I. Diener // BMC Musculoskelet Disord. – 2017. – Vol. 18, № 1. – P. 93.

196. Testretest reliability and responsiveness of isokinetic dynamometry to assess wrist flexor muscle spasticity in subacute post-stroke hemiparesis / N. Salehi Dehno, F. K. Sarvestani, A. Shariat [et al.] // J Bodyw Mov Ther. – 2020. – Vol. 24, № 3. – P. 38–43.

197. Testretest reliability of isometric and isokinetic knee extension and flexion in patients with fibromyalgia: evaluation of the smallest real difference / J. C. Adsuar, P. R. Olivares, B. del Pozo-Cruz [et al.] // Arch Phys Med Rehabil. – 2011. – Vol. 92, № 10. – P. 1646–1651.

198. The effect of age on result of straight leg raising test in patients suffering lumbar disc herniation and sciatica / H. Tabesh, A. Tabesh, E. Fakharian [et al.] // J Res Mad Sci. – 2015. – Vol. 20, №2. – P. 150–153.

199. The efficacy of acupuncture for the treatment of sciatica:A systematic review and meta-analysis / M. Ji, X. Wang, M. Chen [et al.] // Evid-Based Compl Alternat Med. – 2015. – Vol. 2015. – P. 192808.

200. The Oswestry low back pain disability questionnaire / J.C. Fairbank, J. Couper, J.B. Davies [et al.] // Physiotherapy. – 1980. – Vol. 66. – P. 271–273.

201. The probability of spontaneous regression of lumbar herniated disc: a systematic review C. C. / Chiu, T. Y. Chuang, K. H. Chang [et al.] // Clin Rehabil. – 2015. – Vol. 29, № 2. – 184–195.

202. The prognosis of acute and persistent low-back pain: a meta-analysis / L. C. Menezes Costa, C. G. Maher, M. J. Hancock [et al.] // CMAJ. – 2012. – Vol. 184, №11. – P. E613–E624.

203. The quality of life of lumbar radiculopathy patients under conservative treatment. K. Bosković, S. Todorović-Tomasević, N. Naumović // Vojnosanit Pregl. – 2009. – Vol. 66, № 10. – P. 807–812.

204. The quality of life of patients after a lumbar microdiscectomy: a four-year monitoring study / K. Bosković, T. Cigić, M. Grajić [et al.] // Clin Neurol Neurosurg. – 2010. – Vol. 112, № 7. – P. 557–562.

205. Thomson, S. Spinal Cord Burst Stimulation vs Placebo Stimulation for Patients With Chronic Radicular Pain After Lumbar Spine Surgery / S. Thomson, J. W. Kallewaard, K. Gatzinsky // JAMA. – 2023. – Vol. 329, № 10. – P. 847.

206. Timelines and Associated Factors for Return-To-Work of Patients with Painful Lumbar Radiculopathy who Undergo Lumbar Microdiscectomy Followed by Physiotherapy: A Prospective Cohort Study / S. Rooker, S. J. Willems, N. Franken [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2025. – Vol. 50, №23. – P. 1673-1681.

207. Trial of pregabalin for acute and chronic sciatica / S. Mathieson, C. G. Maher, A. J. McLachlan et al. N Engl J Med. – 2017. – Vol. 376, № 12. – P. 1111–1120.

208. Tsao, B. The electrodiagnosis of cervical and lumbosacral radiculopathy / B. Tsao // Neurologic Clinics. – 2007. – Vol. 25, № 2. – P. 473–494.

209. Tubular diskectomy vs conventional microdiskectomy for sciatica: a randomized controlled trial / M. P. Arts, R. Brand, M. E. van den Akker [et al.] // JAMA. – 2009. – Vol. 302, № 2. – P. 149– 158.

210. Use of Isokinetic Dynamometry To Assess Muscle Function In Burned Patients Is A Reliable Tool To Assist Progressive Resistance Exercise Prescription. Dean JM, Murton AJ, Glover SQ, [et al.] // J Burn Care Res. – 2023. – Vol. 44, № 3. – P. 546–550.

211. Use of Neurodynamic or Orthopedic Tension Tests for the Diagnosis of Lumbar and Lumbosacral Radiculopathies: Study of the Diagnostic Validity / F. J. González Espinosa de Los Monteros, G. Gonzalez-Medina, E. M. G. Ardila [et al.] // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – Vol. 17, № 19. – P. 7046.

212. Uysal, E. The necessity and timing of exercise after lumbar disc herniation surgery / E. Uysal, H. S. Cine, E. Cetin // Eur Rev Med Pharmacol Sci. – 2023. – Vol. 27, № 20. – P. 9521–9529.

213. Validity and intrarater reliability of a novel device for assessing Plantar flexor strength / S. O'Neill, A. Weeks, J. E. Nørgaard, M. G. Jorgensen // PLoS One. –2023. – Vol. 18, № 3. – P. e0282395.

214. van der Ploeg, R. J. Measuring muscle strength / R. J. van der Ploeg, H. J. Osterhuis, J. Reuvekamp // J Neurol. – 1984. – Vol. 231, № 4. – P. 200–203.

215. Variability in recovery following microdiscectomy and postoperative physiotherapy for lumbar radiculopathy: A latent class trajectory analysis / S. J. Willems, M. W. Coppieters, S. Rooker [et al.] // Clin Neurol Neurosurg. – 2023. – Vol. 224. – P. 107551.

216. Wall & Melzack's Textbook of Pain / S. McMahon, M. Koltzenburg, I. Tracey, D. C. Turk ; Elsevier Health Sciences: 6th Edition., 2013. – 1184 p. – ISBN 0702040592

217. Walmsley, R. P. A comparison of torque generated by knee extension with a maximal voluntary contraction vis-à-vis electrical stimulation / R. P. Walmsley, G. Letts, J. Vooys // J Orthop Sports Phys Ther. – 1984. – Vol. 6. – P. 10–17.

218. Ware, J. E. SF-36 Physical & Mental Health Summary Scales: A Manual for Users of Version 1 / J. E. Ware, M. Kosinski ; QualityMetric, Ed. 2., 2001. – 248 p. – ISBN 189181009X.

219. Ware, J. E. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection / J. E. Ware., C. D. Sherbourne // Med Care. – 1992. – Vol. 30, № 6. – P. 473–483.

220. What low back pain is and why we need to pay attention / J. Hartvigsen, M. J. Hancock, A. Kongsted [et al.] // Lancet. – 2018. – Vol. 391, № 10137. – P. 2356–2367.

221. Williamson, A. Pain: a review of three commonly used pain rating scales / A. Williamson, B. Hoggart // J Clin Nurs. – 2005. – Vol. 14, № 7. – P. 798–804.

222. Zhang, R. Postoperative functional exercise for patients who underwent percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation / R. Zhang, S. J. Zhang, X. J. Wang // Eur Rev Med Pharmacol Sci. – 2018. – Vol. 22, № 1 (Suppl). – P. 15–22.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Диагностический опросник невропатической боли DN4

Пациенту даются следующие инструкции: «Пожалуйста, заполните этот опросник, отметив галочкой один ответ для каждого пункта в приведенных ниже 4-х вопросах».

I. Собеседование с пациентом

Вопрос 1: соответствует ли боль, которую испытывает пациент, одному или нескольким из следующих определений?	Да	Нет
1. Ощущение жжения	☐	☐
2. Болезненное ощущение холода	☐	☐
3. Ощущение как от ударов током	☐	☐
Вопрос 2: сопровождается ли боль одним или несколькими из следующих симптомов в области ее локализации?	Да	Нет
4. Пощипыванием, ощущением ползания мурашек	☐	☐
5. Покалыванием	☐	☐
6. Онемением	☐	☐
7. Зудом	☐	☐

II. Осмотр пациента

Вопрос 3: локализована ли боль в той же области, где осмотр выявляет один или оба следующих симптома:	Да	Нет
8. Пониженная чувствительность к прикосновению	☐	☐
9. Пониженная чувствительность к покалыванию	☐	☐
Вопрос 4: можно ли вызвать или усилить боль в области ее локализации:		
10. проведя в этой области кисточкой	Да	Нет
	☐	☐

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Опросник Освестри

Пациенту дается следующая инструкция: «Пожалуйста, дайте ответ по каждому разделу. Для этого зачеркните в каждом разделе только один кружочек напротив наиболее подходящего для Вас утверждения. Даже если Вы считаете, что два утверждения верны по отношению к Вам, выберите все же только одно из них, наиболее точно описывающее Ваше состояние».

Содержание:
РАЗДЕЛ 1. Интенсивность боли
- В настоящее время у меня нет боли.
- В настоящее время боль очень легкая.
- В настоящее время боль умеренная.
- В настоящее время боль весьма сильная.
- В настоящее время боль очень сильная.
- В настоящее время боль настолько сильна, что трудно себе представить.
РАЗДЕЛ 2. Самообслуживание (например, умывание, одевание)
- Я могу нормально о себе заботиться, и это не вызывает особой боли.
- Я могу нормально о себе заботиться, но это весьма болезненно.
- Чтобы заботиться о себе, я вынужден из-за боли быть медлительным и осторожным.
- Чтобы заботиться о себе, я вынужден обращаться за некоторой посторонней помощью, хотя большую часть действий могу выполнять самостоятельно.
- Чтобы заботиться о себе, я вынужден обращаться за посторонней помощью при выполнении большей части действий.
- Я не могу одеться, с трудом умываюсь и остаюсь в постели.
РАЗДЕЛ 3. Поднятие предметов
- Я могу поднимать тяжелые предметы без особой боли.
- Я могу поднимать тяжелые предметы, но это вызывает усиление боли.
- Боль не дает мне поднимать тяжелые предметы с пола, но я могу с ними обращаться, если они удобно расположены (например, на столе).
- Боль не дает мне поднимать тяжелые предметы, но я могу обращаться с легкими или средними по весу предметами, если они удобно расположены (например, на столе).
- Я могу поднимать только очень легкие предметы.
- Я вообще не могу поднимать или носить что-либо.
РАЗДЕЛ 4. Ходьба
- Боль не мешает мне ходить на любые расстояния.

- Боль не позволяет мне пройти более 1 километра.
- Боль не позволяет мне пройти более 500 метров.
- Боль не позволяет мне пройти более 100 метров.
- Я могу ходить только при помощи трости или костылей.
- Я большую часть времени нахожусь в постели и вынужден ползком добираться до туалета.

РАЗДЕЛ 5. Положение сидя

- Я могу сидеть на любом стуле столько, сколько захочу.
- Я могу сидеть столько, сколько захочу, только на моем любимом стуле.
- Боль не позволяет мне сидеть более 1 часа.
- Боль не позволяет мне сидеть более чем 1/2 часа.
- Боль не позволяет мне сидеть более чем 10 минут.
- Боль совсем лишает меня возможности сидеть.

РАЗДЕЛ 6. Положение стоя

- Я могу стоять столько, сколько захочу, без особой боли.
- Я могу стоять столько, сколько захочу, но при этом боль усиливается.
- Боль не позволяет мне стоять более 1 часа.
- Боль не позволяет мне стоять более 1/2 часа.
- Боль не позволяет мне стоять более 10 минут.
- Боль совсем лишает меня возможности стоять.

РАЗДЕЛ 7. Сон

- Мой сон никогда не прерывается из-за боли.
- Мой сон редко прерывается из-за боли.
- Из-за боли я сплю менее 6 часов.
- Из-за боли я сплю менее 4 часов.
- Из-за боли я сплю менее 2 часов.
- Боль совсем лишает меня возможности спать.

РАЗДЕЛ 8. Сексуальная жизнь (если возможна)

- Моя сексуальная жизнь нормальна и не вызывает особой боли.
- Моя сексуальная жизнь нормальна, но немного усиливает боль.
- Моя сексуальная жизнь почти нормальна, но значительно усиливает боль.
- Моя сексуальная жизнь существенно ограничена из-за боли.
- У меня почти нет сексуальной жизни из-за боли.
- Боль полностью лишает меня сексуальных отношений.

РАЗДЕЛ 9. Досуг (образ жизни)

- Я могу нормально проводить досуг и не испытываю при этом особой боли.
- Я могу нормально проводить досуг, но испытываю усиление боли.
- Боль не оказывает значительного влияния на мой досуг, за исключением интересов, требующих наибольшей активности, таких, как спорт, танцы и т.д.

- Боль ограничивает мой досуг, я часто не выхожу из дома.
- Боль ограничивает мой досуг пределами моего дома.
- Боль лишает меня досуга.

РАЗДЕЛ 10. Поездки

- Я могу ездить куда угодно без боли.
- Я могу ездить куда угодно, но это вызывает усиление боли.
- Несмотря на сильную боль, я выдерживаю поездки в пределах 2 часов.
- Боль сокращает мои поездки менее чем до 1 часа.
- Боль сокращает самые необходимые поездки до 30 минут.
- Боль совсем не дает мне совершать поездки, я могу отправиться только за медицинской помощью.

Интерпретация: вопросник Освестри состоит из 10 разделов. В каждом разделе первый ответ - минимальный балл (0), последующие ответы соответственно 1, 2, 3, 4, и 5 баллов. В случае, когда заполнены все 10 разделов, индекс Освестри высчитывается так: сумма набранных баллов / 50 (максимально возможное количество баллов) х 100 =. Если один из разделов не заполнен или не поддается оценке (например, сексуальная жизнь), индекс Освестри высчитывается так: сумма набранных баллов / 45 (максимально возможное количество баллов) х 100 =. Чем больше индекс, тем значительнее нарушена жизнедеятельность. С помощью вопросника возможна также оценка состояния пациента в динамике, например, на фоне терапии.

0-20% - минимальное нарушение - пациент может осуществлять все виды жизнедеятельности; 21-40% - умеренное нарушение - пациент испытывает боли и трудности при сидении, поднимании предметов и стоянии, поездки и общественная жизнь затруднены, самообслуживание не сильно нарушено; 41-60% - выраженные нарушения - боль становится основной проблемой, активность повседневной жизни, самообслуживание затруднены; 61-80% - боль в спине ухудшает все аспекты жизни пациента, приводя к инвалидизации; 81-100% - такие пациенты либо прикованы к постели, либо аггравируют свои симптомы.