

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

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена на кафедре неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава
России

Научный руководитель:

Вышлова Ирина Андреевна - доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России

Официальные оппоненты:

Арьков Владимир Владимирович - доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела спортивной медицины и клинической фармакологии Государственного автономного учреждения здравоохранения города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы» (г. Москва)

Гильмутдинова Лира Талгатовна - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации, физической терапии и спортивной медицины, директор НИИ восстановительной медицины и курортологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Уфа).

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» (г. Москва).

Защита диссертации состоится _____ 2026 г. в 12.00 часов на заседании объединённого Диссертационного совета Д 999.237.02 при ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России и ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России» по адресу: 357501, Ставропольский край, г. Пятигорск, проспект Кирова, 30.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА России» (357501, г. Пятигорск, проспект Кирова, 30) и на сайте <http://www.skfmba.ru>.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2026 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета Д 999.237.02,
кандидат медицинских наук, доцент

Е.Н. Чалая

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 (Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др., 2020; Bardin L.D., King P., Maher C.G., 2017; Berry J.A., Elia C., Saini H.S., Miulli D.E., 2019). Факторы риска включают индивидуальные, поведенческие и профессиональные (Hincapié C.A. Kroismayr D., Hofstetter L. et al., 2025).

Причиной ДПКР является протрузия или экструзия (грыжа) межпозвонкового диска, в формировании которой вносит вклад сочетание нарастающих с возрастом дегенеративных изменений структур позвоночника и особенностей строения соединительной ткани с физическими нагрузками (Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др., 2020; Kreiner D.S., Hwang S.W., Easa J.E. et al., 2014; Schroeder G.D., Guyre C.A., Vaccaro A.R., 2016; Euro U., Knekt P., Rissanen H. et al., 2018; Широков В.А., Терехов Н.Л., Потатурко А.В., 2019). Наиболее часто поражаются пятый поясничный и первый крестцовый корешки (до 90% случаев) (Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др., 2020).

Основным клиническим проявлением ДПКР является острая простреливающая боль в пояснице и ноге часто с невропатическим компонентом, кроме того, чувствительные расстройства в соответствующих дерматомах, слабость в индикаторных мышцах, снижение или отсутствие соответствующего сухожильного рефлекса (ахиллова либо коленного), положительные симптомы натяжения нервных корешков (Подчуфарова Е.В., Яхно Н.Н., 2010; Парфенов В.А. Исайкин А.И., 2018; Давыдов О.С., Яхно Н.Н., Кукушкин М.Л. и др., 2018; Stynes S., Konstantinou K., 2018; Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др. 2020; Давыдов О.С., Яхно Н.Н., 2018). Важно правильно дифференцировать проявления радикулопатии от мышечно-скелетной патологии (Bateman E.A., Fortin C.D., 2025).

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 (Pojskic M., Bisson E., Oertel J., 2024).

Терапия данной патологии включает как консервативное лечение с применением нелекарственных и медикаментозных методов, а также хирургическое лечение по показаниям (Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др., 2020). При выраженных проявлениях ДПКР использование микрохирургической техники обеспечивает более эффективное облегчение симптомов, чем консервативные или малоинвазивные методы лечения (Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др. 2020; Clark R., Weber R.P., Kahwati L., 2020; Strömquist F., Strömquist B., Jönsson B., 2017).

Однако, у ряда пациентов после оперативного лечения сохраняются нарушения качества жизни, связанные как с болевым синдромом, так и с функциональными ограничениями, обусловленными, главным образом, развитием слабости мышц стопы, что влияет на привычные поведенческие паттерны, такие как ходьба, подъем по ступенькам, езда на автомобиле.

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, все это определяет не только медицинскую, но и социально-экономическую значимость изучаемой проблемы.

Степень разработанности темы. Согласно имеющимся российским клиническим рекомендациям, всем пациентам с ДПКР показана реабилитация, которая может включать лечебную гимнастику, мануальную терапию, низкочастотную импульсную магнитотерапию; а пациентам с хронической ДПКР рекомендуется санаторно-курортное лечение с включением бальнеотерапии и пелоидотерапии при отсутствии противопоказаний (Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др., 2020; Kuligowski T., Skrzek A., Cieřlik B., 2021).

Высокий уровень доказательности в лечении и реабилитации пациентов с изучаемой патологией принадлежит лечебной гимнастике. Не отмечено преимуществ определенного типа гимнастики, при её проведении необходим контроль специалиста, нагрузка должна быть адекватной состоянию больного (Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С. и др., 2020; Chou R. Deyo R., Friedly J. et al., 2017; Fernandez M., Ferreira M.L., Refshauge K.M. et al., 2016). Характер упражнений и дозирование нагрузки зависит от периода времени, прошедшего после операции (Прокопович В.С., Парфенов В.А., 2021; Kostadinović S., Milovanović N., Jovanović J., Tomašević-Todorović S., 2020).

По данным В. Н. Блохиной (2020), применение ритмической периферической магнитной стимуляции в комплексной реабилитации пациентов с ДПКР в раннем реабилитационном периоде после микродискэктомии повышает эффективность восстановления неврологических функций при болевых и чувствительных нарушениях (Блохина В.Н., 2020).

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 основных параметров периферической нервной системы.

Таким образом, разработка эффективного способа ранней послеоперационной реабилитации пациентов с ДПКР после микродискэктомии с использованием комбинации методик, а именно изокинетической тренировки, электростимуляции паретически измененной мышцы и периферической ритмической магнитной стимуляции, воздействующих на различные звенья патогенеза патологического процесса с объективной оценкой эффективности реабилитационных мероприятий, является актуальной и важной для решения имеющейся проблемы.

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 объективная 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 клиничко-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).

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.

Внедрение результатов в практику. 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.

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 клиничко-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 клиничко-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 Всероссийском съезде нейрохирургов (2021), Всероссийском открытом совещании с международным участием «Развитие реабилитационной медицины и курортологии в Калининградской 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.

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 клиничко-функциональное обследование и курация 70 пациентов, вошедших в

исследовательскую выборку с ДПКР L5 или S1 в раннем послеоперационном периоде после микродискэтомии.

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 микродискэтомии 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.

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.

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).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на базе кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России и реабилитационного центра ООО «Эскулап» г. Ставрополя. В клиническом исследовании приняли участие 70 пациентов, 34 (48,6%) мужчины и 36 (51,4%) женщин в возрасте 20-60 лет, средний возраст $42,80 \pm 10,97$ 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-S1 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 намагничиваемых 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.

Пациенты случайным образом были разделены на две группы. Контрольную группу составили 35 больных: 17 мужчин, 18 женщин, средний возраст $41,66 \pm 11,67$ лет со стандартным ведением в послеоперационном периоде, включающим реализацию охранительного режима и медикаментозную терапию по показаниям (НПВС, антиконвульсанты при выявлении невропатического компонента болевого синдрома, миорелаксанты центрального действия при наличии болезненного мышечного спазма). Основную группу составили 35 больных: 17 мужчин, 18 женщин, средний возраст $46,11 \pm 9,64$ лет, которым в раннем послеоперационном периоде микродискэктомии 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.

Заинтересованность нервного корешка обследованных пациентов вследствие грыжи диска LIV-LV и LV-S1 соответственно представлена в таблице 1.

Таблица 1 – 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

Исходная интенсивность болевого синдрома по ЧРШ составила $5,63 \pm 2,12$ баллов в основной группе, $4,89 \pm 1,92$ – в контрольной ($p > 0,05$).

Пациенты обследуемых групп были репрезентативны по полу, возрасту, поражению нервного корешка, интенсивности болевого синдрома, что позволило проводить сравнительную оценку полученных данных.

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 микродискэктомии 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.

В соответствии с поставленными задачами пациентам проводилось комплексное клинично-инструментальное обследование, которое 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.

Магнитно-резонансная томография выполнена 70 (100%) пациентам в амбулаторных и стационарных условиях на МР-сканере Toshiba Excelart Vantagec с силой индукции магнитного поля 1,5 Т, с градиентами 30 мТл/м, по стандартным протоколам в режимах T1 и T2 взвешенных изображений (ВИ) (Корниенко В.Н., Пронин И.Н., 2006). Исследование выполнялось в трех проекциях: сагиттальной, аксиальной и коронарной.

Проводилось изучение функционального состояния периферической нервной системы с помощью стимуляционной ЭНМГ с оценкой моторного ответа большеберцового нерва (n. tibialis) с мышцы, отводящей первый палец (m. abductor hallucis) и малоберцового нерва (n. peroneus) с короткого разгибателя пальцев (m. extensor digitorum brevis). Использовался четырехканальный нейромиоанализатор – нейромиограф НВП-4 (производство «Нейрософт», Россия). После проведения стимуляционной ЭНМГ с помощью бифазного магнитного стимулятора компании «Нейрософт» мощностью 2 Тесла (Тл), синхронизированного с нейромиографом, осуществлялась сегментарная магнитная стимуляция с целью оценки корешковой задержки (КЗ) в мс и минимального порога вызванного моторного ответа (ВМО) - процента мощности стимуляции, при котором происходит возбуждение корешковой системы с получением амплитуды ВМО с мышцы не ниже 50 мкВт в серии 3-х последовательных стимуляций с 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. Корешковая система – это комплекс структур, включающих корешок, межпозвонковый нерв и нервное сплетение (Николаев С.Г., 2019).

Полученные значения минимального порога ВМО соответствуют порогу возбуждения корешковой системы (ВКС).

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 здоровой, 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).

Пациенты основной группы в дополнение к стандартным терапевтическим мероприятиям проходили курс реабилитации с помощью разработанного способа (RU 2854965C1), который 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. Сеанс реабилитации начинался с ритмической периферической магнитной стимуляции (рПМС) в расслабленном положении пациента лежа на животе с применением 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. 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. После проведения рПМС выполнялась аппаратная изокинетическая тренировка мышц пораженной нижней конечности: при радикулопатии L5 – тыльных флексоров стопы, S1 – подошвенных флексоров стопы в комплексе с поверхностной электромиостимуляцией *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» общей длительностью 30 минут.

Клинические, электрофизиологические, динамометрические показатели, параметры качества жизни согласно опроснику Освестри оценивались трижды (в трех контрольных точках): исходно – через 10 дней после операции микродискэктомии, второй раз – через 30 дней и третий – через четыре месяца после оперативного лечения. Показатели качества жизни по данным шкалы SF-36 оценивали дважды – исходно и спустя 4 месяца.

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.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами было обследовано 70 пациентов в возрасте от 20 до 60 лет, из них 34 (48,6%) мужчины и 36 (51,4%) женщин. Средний возраст пациентов составил $42,80 \pm 10,97$ года; $41,91 \pm 9,08$ – у пациентов мужского пола, $43,64 \pm 12,56$ лет – у пациентов женского пола. 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 $3,84 \pm 1,62$ год, средняя длительность настоящего обострения патологического процесса – $1,29 \pm 0,69$ месяцев. Всем пациентам до включения в исследование врачом-нейрохирургом при наличии соответствующих показаний была выполнена микродискэктомия интраламинарным доступом на уровнях LIV-LV или LV-SI.

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.

Основной жалобой пациентов являлось наличие болевого синдрома в спине с иррадиацией в ногу или изолированная боль в нижней конечности, пациенты характеризовали боль как «простреливающую», иногда сопровождающуюся чувством жжения, усиливающуюся при движении, кроме того 43 (61,4%) пациента жаловались на онемение в нижней конечности, 70 (100%) пациентов – на слабость в стопе, 62 (88,6%) – на ограничение подвижности в поясничном отделе позвоночника.

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 выраженность пареза исходно составила $3,84 \pm 0,37$ баллов, гипотрофия мышц голени (более чем на 1,5 см по сравнению со здоровой конечностью) выявлялась у 8 (11,4%) пациентов. У 20 (28,6%) больных отмечалось снижение/выпадение соответствующего сухожильного рефлекса (ахиллова при радикулопатии S1).

Для последующей сравнительной оценки результатов терапии все пациенты были разделены случайным образом на две группы: 35 больных в основной группе и 35 пациентов в контрольной.

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, миорелаксанты центрального действия при мышечном спазме в течение 14 дней, антиконвульсанты при выявлении невропатического компонента болевого синдрома на протяжении 2 месяцев. Пациенты основной группы наряду со стандартной медикаментозной терапией проходили разработанную методику реабилитации 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.

В динамике отмечалось изменение как частоты встречаемости болевого синдрома, так и его выраженности, полученные данные, касающиеся интенсивности боли, отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ динамики интенсивности боли в зависимости от группы обследования

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

У пациентов обследуемых групп в динамике отмечено статистически значимое ($p < 0,001$) снижение интенсивности болевого синдрома спустя 30 дней, эта тенденция сохранялась через 4 месяца, однако в отдаленном периоде наблюдения у пациентов контрольной группы интенсивность болевого синдрома была статистически значимо ($p < 0,001$) выше по сравнению с пациентами основной группы.

Невропатический болевой синдром исходно отмечался более чем у половины пациентов обследуемых групп – 20 (57,1%) и 19 (54,3%) в основной и контрольной группах соответственно, тогда как после реабилитационных мероприятий его выявляемость была реже у пациентов основной группы – 7 (20%) случаев по сравнению с 11 (31%) в группе контроля, а 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 сохранялся в 5 (14,3%) случаях.

Основные показатели неврологического статуса, отражающие наличие пареза, чувствительных нарушений в виде гипестезии или гиперестезии (гиперпатии) в области заинтересованного нервного корешка, снижение соответствующего сухожильного рефлекса, наличие симптомов натяжения и гипотрофий мышц голени пораженной стороны по сравнению с интактной, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – 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 35 (100%) пациентов контрольной группы и у 35 (100%) основной. Спустя 30 дней у больных контрольной группы двигательные 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 $3,86 \pm 0,36$ и $3,83 \pm 0,38$ балла у пациентов основной и контрольной групп соответственно, спустя 30 дней данный показатель был статистически значимо ($p = 0,010$) выше у пациентов основной группы по сравнению с контрольной: $4,83 \pm 0,38$ и $4,49 \pm 0,66$ соответственно, через 4 месяца у всех пациентов основной группы мышечная сила составила 5,0 баллов, в контрольной группе - $4,86 \pm 0,36$ балла.

С целью нейрофизиологической оценки заинтересованной корешковой системы, а также оценки эффективности проводимой реабилитации при проведении ритмической периферической магнитной стимуляции была произведена динамическая оценка двух параметров, 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.

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. Кроме того в ходе динамического наблюдения отмечено значимое снижение данного показателя у пациентов обследуемых групп с компрессией корешков как L5, так и S1 с наилучшими данными в основной группе у пациентов с компрессией корешка L5 ($p < 0,001$) – с 43,00 [33,00 ; 48,00] исходно до 24,00 [21,00 ; 35,00] в конце наблюдения (через 4 месяца). Кроме того спустя 4 месяца были выявлены статистически значимые ($p < 0,001$) различия показателя ВКС корешка S1 пораженной конечности у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка S1 с лучшими показателями ВКС в основной группе, 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 КЗ корешка L5 пораженной конечности у обследованных пациентов с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 4.

Таблица 4 – 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 статистически значимое ($p < 0,004$) снижение данного показателя у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 спустя уже 30 дней, сохранившееся и через 4 месяца.

Динамика КЗ корешка S1 пораженной конечности у всех обследованных пациентов с преимущественной компрессией корешков L5 или S1 представлена в таблице 5.

Таблица 5 – 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**
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

Уже спустя 30 дней у пациентов основной группы с преимущественной компрессией корешка S1 показатели КЗ корешка S1 пораженной конечности были статистически значимо ниже по сравнению с пациентами контрольной группы, кроме того отмечено статистически значимое (p < 0,004) снижение данного показателя у пациентов основной группы с компрессией как корешка L5, так и корешка S1 спустя уже 30 дней, сохранившееся и через 4 месяца.

Таким образом, 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, что говорит об улучшении нейрофизиологических, а следовательно, функциональных показателей периферической нервной системы на фоне разработанной методики реабилитации.

Для объективной оценки показателей мышечной силы здоровой и пораженной конечности использовался метод аппаратной изокинетической динамометрии (ИзКнДм) с помощью аппарата HUMAC NORM: у пациентов основной группы проведение диагностической оценки силовых показателей мышц с помощью ИзКнДм выполнялось параллельно с изокинетической тренировкой, которая являлась составной частью разработанного способа реабилитации, у пациентов контрольной группы ИзКнДм проводилась изолированно только с диагностической целью.

Были оценены следующие показатели пораженной и интактной конечностей у всех пациентов с компрессией корешков L5 и S1: в изометрическом сокращении максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (имМПКГс), иннервируемой СМК S1, S2, а также передней большеберцовой мышцы (имМПКТб), иннервируемой СМК L4, L5; в изокинетическом концентрическом сокращении максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (икМПКГс), и передней большеберцовой мышцы (икМПКТб); в изокинетическом эксцентрическом сокращении максимального пикового крутящего момента икроножной мышцы (иэМПКГс) и передней большеберцовой мышцы (иэМПКТб).

У пациентов основной группы с компрессией как корешка L5, так и корешка S1 на фоне проводимой реабилитации по сравнению с исходными значениями отмечалось статистически значимое ($p < 0,001$) нарастание МПК изометрического сокращения икроножной мышцы пораженной конечности уже через 30 дней, которое сохранялось и спустя 4 месяца, кроме того спустя 4 месяца отмечались статистически значимые ($p < 0,001$) различия данного показателя в зависимости от группы исследования с превосходящими значениями с основной группе у пациентов как с компрессией корешка L5, так и корешка S1.

На фоне реабилитации по сравнению с исходными значениями уже через 30 дней происходило статистически значимое ($p < 0,001$) нарастание МПК изокинетического концентрического сокращения икроножной мышцы пораженной конечности у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка L5, также 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 ($p < 0,001$) снижался, что представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Динамика икМПКГс 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**
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

У пациентов основной группы с компрессией как корешка L5, так и корешка S1, а также у больных контрольной группы с компрессией корешка L5 по сравнению с исходными значениями отмечалось статистически значимое нарастание МПК изометрического сокращения передней большеберцовой мышцы пораженной конечности уже через 30 дней, которое сохранялось и спустя 4 месяца. Аналогичная тенденция прослеживалась при динамической оценке МПК изокинетического концентрического, а также эксцентрического сокращений передней большеберцовой мышцы пораженной конечности.

Таким образом, разработанная методика реабилитации с помощью периферической ритмической магнитной стимуляции, изокинетической тренировки с одновременной электростимуляцией паретичной мышцы у пациентов с компрессионной

радикулопатией L5, S1 вследствие грыжи межпозвонкового диска после микродискэктомии 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.

Проведение реабилитации пациентов с дискогенной пояснично-крестцовой радикулопатией после микродискэктомии положительно влияет на основные аспекты КЖ по данным двух шкал: SF-36, которая отражает как физический, так и психологический компоненты здоровья, а также опросника Освестри, который является более специфичным для пациентов с болью в нижней части спины. Получены статистически значимые различия физического компонента здоровья по шкале SF-36, который спустя 4 месяца составил $49,99 \pm 5,97$ и $41,73 \pm 8,75$ баллов соответственно у пациентов основной и контрольной групп, а также психологического компонента здоровья – $52,51 \pm 6,7$ и $42,63 \pm 7,98$ баллов соответственно. Отмечено, что показатели психического здоровья у пациентов контрольной группы в динамике существенно не изменялись, что свидетельствует о том, что хирургическое лечение пояснично-крестцовой радикулопатии существенно не влияет на психологическую составляющую здоровья, в этой связи применение индивидуализированных реабилитационных подходов является обоснованным, позволяя влиять также 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 – $10,81 \pm 7,3$ и $16,6 \pm 9,47\%$ соответственно.

Таким образом, разработанный и внедренный нами способ реабилитации пациентов с дискогенной компрессионной 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, происходит 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. Комбинирование трех методик потенцирует эффекты друг друга за счет прямого синергизма с учетом воздействия на различные звенья патогенеза компрессионной радикулопатии. Использование разработанного способа позволяет достичь улучшения основных показателей качества жизни у пациентов с ДПКР после микродискэктомии.

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 стопы с оценкой максимального пикового крутящего момента в изометрическом, а также в концентрическом и эксцентрическом изокинетическом сокращениях с помощью аппарата HUMAC Norm позволяет объективно оценить выраженность моторного дефицита, состояние структур периферической нервной системы и эффективность реабилитационных мероприятий как в раннем, так и в отдаленном периодах наблюдений.

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 $42,07 \pm 15,18$ исходно до $18,37 \pm 8,55\%$ через 30 дней и $10,81 \pm 7,30\%$ 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 радикулопатии 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.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Патент № RU2854965 С1. Российская Федерация. Способ реабилитации пациентов с компрессионной пояснично-крестцовой радикулопатией после дискэктомии. N 2025106532: заявлено 19.03.2025: опубл. 22.01.2026 / Кузюбердин А.В., Вышлова И.А. Карпов С.М., Шатохин А.А.; патентообладатель: Кузюбердин А. В. — 23 с.
2. Kuzuberdin, A.V. Isokinetic dynamometry: the first experience of muscle testing in patients with compression radiculopathy at the lumbar spine / A.A. Shatokhin, A.V. Kuzuberdin, A.V. Shatokhin, S.M. Karpov // **Journal of the Neurological Sciences**. - 2017. - Т. 381. - № S. - С. 853. [Scopus]
3. Karpov, S.M. Using isokinetic dynamometry for treatment patients with compression radiculopathy after surgical treatment L4-L5 herniated disc / S.M. Karpov, A.A. Shatokhin, I.A. Vyshlova, A.V. Kuzuberdin, I.D. Gerbekova, A.B. Khojayan // **Journal of the Neurological Sciences**. - 2019. - Т. 405. - № S. - С. 10-11. [Scopus]
4. Shatokhin, A.A. Objective evaluation of paresis in patients with lumbar disc herniation / A.A. Shatokhin, S.M. Karpov, S.P. Bazhanov, A.V. Kuzuberdin, I.A. Vyshlova, A.V. Shatokhin // **European Journal of Neurology, Supplement**. - 2020. - Т. 27. - № S1. - С. 765. [Scopus, Web of Science].
5. **Кузюбердин, А.В.** Оценка эффективности применения ритмической периферической магнитной стимуляции в реабилитации пациентов с аксональной и демиелинизирующей формами радикулопатий на уровне L5, S1 у пациентов после дискэктомии по нейрофизиологическим параметрам проведения нервного импульса по корешковой системе / С.М. Карпов, А.В. Кузюбердин, А.А. Шатохин // **Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова**. - 2020. - Т. 11. - № S1. - С. 292. [К1].
6. Карпов, С.М. Оценка эффективности применения ритмической периферической магнитной стимуляции у пациентов с радикулопатией L5, S1 после удаления грыжи диска по данным изокинетической динамометрии и корешковой задержки / С.М. Карпов, А.В. Кузюбердин, А.А. Шатохин // **Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова**. - 2020. - Т. 11. - № S1. - С. 282-283. [К1].
7. Шатохин, А.А. Объективизация оценки парезов у больных, оперированных по поводу грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника / А.А. Шатохин, С.М. Карпов, С.П. Бажанов, А.В. Кузюбердин, И.А. Вышлова, А.В. Шатохин // **Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова**. - 2020. - Т. 11. - № S1. - С. 273-274. [К1].
8. Шатохин, А.А. Оценка динамики моторного дефицита у пациентов после удаления грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника / А.А. Шатохин, С.М. Карпов, С.П. Бажанов, А.В. Шатохин, А.В. Кузюбердин, И.А. Вышлова // **Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова**. - 2021. - Т. 13. - № S1. - С. 203. [К1].
9. Кузюбердин, А.В. Результаты применения рПМС у пациентов после микродискэктомии с аксональной и демиелинизирующей формами радикулопатий на уровне L5 и S1 при оценке параметров проведения нервного импульса по корешковой системе / А.В. Кузюбердин, А.А. Шатохин, С.М. Карпов // **Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова**. - 2021. - Т. 13. - № S1. - С. 38-39. [К1].
10. Шатохин, А.А. Возможности метода изокинетической динамометрии в диагностике и реабилитации пациентов с нарушением двигательной сферы (обзор) / А.А.

Шатохин, И.А. Вышлова, С.П. Бажанов, А.В. Кузюбердин, С.М. Карпов // **Саратовский научно-медицинский журнал**. - 2021. - Т. 17. - № 2. - С. 177-182. [К2]

11. Шатохин, А.А. Целесообразность мониторинга динамики моторного дефицита у пациентов после хирургического лечения осложненных форм поясничного остеохондроза / А.А. Шатохин, С.М. Карпов, С.П. Бажанов, А.В. Шатохин, А.В. Кузюбердин, И.А. Вышлова // В книге: IX Всероссийский съезд нейрохирургов. Сборник тезисов. Москва. - 2021. - С. 366.

12. Кузюбердин, А.В. Объективность оценки моторных нарушений на уровне стопы у пациентов с нижнепоясничной радикулопатией при реабилитации методом ритмической периферической магнитной стимуляции / А.В. Кузюбердин, С.М. Карпов, А.А. Шатохин и др. // **Вестник Медицинского стоматологического института**. - 2022. - № 1 (60). - С. 28-34. [К3]

13. Кузюбердин, А.В. Опыт применения ритмической периферической магнитной стимуляции в лечении парезов на уровне стопы при нижнепоясничной радикулопатии. Обзор литературы / А.В. Кузюбердин, С.М. Карпов, А.А. Шатохин и др. // **Вестник восстановительной медицины**. - 2022. - Т. 21. - № 1. - С. 70-78. [К1].

14. Шатохин, А.А. Особенности реабилитации пациентов с хронической вертеброгенной дорсалгией в сочетании с метаболическими нарушениями. / А.А. Шатохин, И.А. Вышлова, С.М. Карпов, А.В. Кузюбердин // **Российский неврологический журнал**. - 2023. - Т. 28. - № 2. - С. 59-65. [К2].

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВИ – взвешенное изображение
ВКС – возбуждение корешковой системы
ВМО – вызванный моторный ответ
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
МПК – максимальный пиковый крутящий момент
МРТ – магнитно-резонансная томография
НПВП – нестероидные противовоспалительные препараты
ОЗ – общее состояние здоровья
ПЗ – психическое здоровье
рПМС – ритмическая периферическая магнитная стимуляция
РФ – ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием
РЭ – ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием
СМК – спинномозговой корешок
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
Gc – m. gastrocnemius
Tb – m. tibialis anterior