ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России)

На правах рукописи

Шатохин Антон Андреевич

Оптимизация диагностики и комплексного лечения пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной грыжей межпозвоночного диска на поясничном уровне

3.1.24 Неврология

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Карпов Сергей Михайлович

Ставрополь, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ГЛАВА 1. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КЛИНИКИ, ДИАГНОСТИКИ, ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) 14
1.1. Эпидемиология, патогенез и факторы риска развития грыж поясничного отдела позвоночника 14
1.2. Клиническая картина компрессионной радикулопатии 17
1.3. Особенности диагностики пациентов с компрессионными радикулопатиями с применением аппаратной изокинетической динамометрии 19
1.4. Стандартное консервативное лечение пациентов с компрессионной радикулопатией 22
1.5. Особенности хирургического лечения пациентов с компрессионной радикулопатией 26
1.6. Реабилитация пациентов после оперативного лечения по поводу компрессионной радикулопатии вследствие грыжи межпозвонкового диска 29
1.7. Возможности метода изокинетической динамометрии в медицинской реабилитации 32
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 35
2.1. Дизайн исследования 35
2.2. Эпидемиологическое исследование 38
2.3. Методы исследования 41
2.4. Методы лечебно-реабилитационных воздействий при компрессионной радикулопатии 46
2.4.1. Хирургическое лечение пациентов 46
2.4.2. Основы фармакотерапии пациентов с компрессионной радикулопатией 48
2.4.3. Двигательная реабилитация с помощью аппаратной изокинетической динамометрии 49
2.5. Методы статистической обработки 54
ГЛАВА 3. КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ С КОМПРЕССИОННОЙ РАДИКУЛОПАТИЕЙ НА ПОЯСНИЧНОМ УРОВНЕ 56
3.1. Клинико-диагностические особенности пациентов с компрессионной радикулопатией поясничного отдела позвоночника 56
3.2. Оценка эффективности разработанной методики реабилитации нарушенной двигательной функции нижних конечностей после операции по поводу компрессионной радикулопатии 62
3.3.1. Динамика основных клинико-неврологических показателей в основной и контрольной группах 62
3.3.2. Динамика показателей стимуляционной электронейромиографии 67

3.3.3. Динамика показателей изокинетической динамометрии в основной
и контрольной группах 69
3.3.4. Динамика показателей качества жизни 98
3.4. Клинические наблюдения 101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 109
ВЫВОДЫ 116
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 117
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ 118
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 119

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

На долю дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника приходится 12-20% всех случаев заболеваний нервной системы и до 60-70% поражений периферической нервной системы (ПНС) [29, 55, 117]. Боли в спине связаны с хроническим течением, нарушением функционирования и чрезмерным использованием медицинских услуг во всем мире [49, 107].

В структуре неврологической заболеваемости взрослого населения России проявления поясничного остеохондроза составляют 48-52%, занимая одно из ведущих мест по всем медико-экономическим показателям [24, 45].

Грыжи межпозвонковых дисков (ГМПД) поясничного отдела позвоночника являются относительно частым и ранним проявлением дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника. Зарегистрированная заболеваемость ГМПД составляет 2-3%, а распространенность – около 12%. Наиболее часто ГМПД локализована в L_4-L_5 и/или L_5-S_1 сегментах [45, 102, 120, 151].

У пациентов с поясничной радикулопатией наблюдается большее число соматосенсорных нарушений, включая повышенную механическую гипералгезию и алодинию, чем у пациентов с хронической неспецифической скелетно-мышечной болью в нижней части спины [159].

Нейропатическая боль у пациентов с поясничной радикулопатией переплетается с такими клиническими состояниями как тревога, нарушения сна и депрессия, что существенно затрудняет диагностику и лечение, а также вносит значительный вклад в нарушение качества жизни данных пациентов [82].

Корешковая боль регрессирует в течение 4-х недель после микрохирургической декомпрессии. Предиктором неблагоприятного послеоперационного исхода (длительного болевого синдрома и отсутствия функционального улучшения) являются любые предоперационные двигательные нарушения [62].

Наиболее значимым инвалидизирующим фактором при компрессионной радикулопатии на фоне ГМПД поясничного отдела позвоночника является парез иннервируемой группы мышц. При этом чаще подвергаются компрессии L_5 и S_1 корешки, что приводит к нарушению функции мышц голени и стопы, влияя на изменение ходьбы, бега, езды на автомобиле и так далее. Восстановление мышечной силы очень важно, так как от этого зависит ежедневная активность человека [30, 71, 110].

При неэффективности консервативного лечения у пациентов с поясничной радикулопатией на фоне ГМПД в качестве терапевтической стратегии может быть рассмотрено хирургическое вмешательство. Сегодня микродискэктомия считается золотым стандартом удаления большинства грыж дисков поясничного отдела [31, 77, 88, 124]. Основным преимуществом микродискэктомии является минимальная травматизация многораздельной мышцы и снижение риска послеоперационного перидурального фиброза [72, 94, 107].

Несмотря на то, что оперативное лечение в форме микродискэктомии является эффективным методом в краткосрочной перспективе, однако оно может быть сопряжено с серьезным нарушением нормального диапазона движений позвоночника, а также риском развития послеоперационных осложнений, включая неврологические травмы, радикулопатию, остеолиз и инфекцию в сочетании нежелательной возможностью повторных операций [68, 113, 140]. Следовательно, существует потребность в проведении реабилитационных мероприятий в послеоперационном периоде для устранения статокинетических нарушений и оптимизации работы мышц туловища и нижних конечностей, где основными способами восстановления нарушенных функций последних являются методы физической реабилитации [145].

Актуальность настоящего исследования определяется также нерешенными в полной мере вопросами диагностики двигательных нарушений дистального отдела пораженной нижней конечности у пациентов с ГМПД на поясничном уровне, осложненными компрессионной радикулопатией, и трудностями индивидуальной реабилитации данных пациентов в послеоперационном периоде.

Кроме того, в послеоперационном периоде с социально-экономической точки зрения актуальны вопросы восстановления качества жизни (КЖ), нарушенного вследствие заболевания, а также сокращения сроков пребывания в стационаре. Повышение уровня КЖ тесно связано с регрессом болевого синдрома и восстановлением моторного дефицита после удаления грыжи диска на поясничном уровне.

Степень разработанности темы

Методика аппаратной изокинетической динамометрии (ИКД) позволяет на основе компьютерного анализа определить состояние мышц, измерить мышечную силу, определить объем полезного движения в суставах и, что особенно важно, составлять высокоэффективные программы медицинской реабилитации пациентов с нарушением функции периферической нервной системы (ПНС) и костно-мышечной системы [2, 27, 57].

С высокой эффективностью ИКД ранее использовалась у спортсменов для восстановления мышечной силы и увеличения объема движений конечностей, пострадавших от травм [13, 66, 67]. В последующем появились сведения о применении данного метода в реабилитации пациентов с различными неврологическими расстройствами [44, 70].

Гипотеза исследования

Гипотеза исследования основывается на предположении о целесообразности включения двигательной реабилитации с помощью аппаратной ИКД. Создание алгоритма дополнительной предоперационной диагностики неврологических нарушений, проявляющихся парезом мышц голени, у пациентов с ГМПД на поясничном уровне, с последующим персонализированным восстановлением функции данных мышц, позволит объективно улучшить результаты хирургического вмешательства и реабилитации пациентов.

Включение аппаратной ИКД позволит улучшить нервно-мышечную передачу, восстановить статико-кинетическую устойчивость при нагрузках у пациентов после хирургической декомпрессии спинномозговых корешков поясничного отдела позвоночника.

Цель исследования

Оптимизировать комплекс диагностики и послеоперационной реабилитации при компрессионной радикулопатии на поясничном уровне после микродискэктомии для улучшения результатов хирургического лечения пациентов с грыжами поясничного отдела позвоночника.

Задачи исследования:

1. Разработать персонифицированные критерии отбора пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной грыжей диска поясничного отдела позвоночника, для хирургического лечения с использованием метода аппаратной изокинетической динамометрии.

2. Провести оценку эффективности хирургической декомпрессии спинно-мозговых корешков поясничного отдела позвоночника с учетом результатов применения метода аппаратной изокинетической динамометрии.

3. Определить показания к медицинской реабилитации в раннем послеоперационном периоде поясничной микродискэктомии по поводу компрессионной радикулопатии, обусловленной грыжей пежпозвонковых дисков поясничного уровня.

4. Оценить эффективность медицинской реабилитации пациентов с моторным дефицитом дистальных отделов нижних конечностей после хирургической декомпрессии спинномозговых корешков поясничного отдела позвоночника с использованием метода аппаратной изокинетической динамометрии.

Научная новизна

Уточнены критерии отбора пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной грыжей диска поясничного отдела позвоночника, с использованием метода аппаратной ИКД для хирургического лечения.

Продемонстрирована объективная оценка динамики моторного дефицита в пред- и послеоперационном периодах у пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной грыжей диска поясничного отдела позвоночника, с использованием метода аппаратной ИКД.

Разработан новый алгоритм послеоперационной реабилитации пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной грыжей диска поясничного отдела позвоночника, на основании применения метода аппаратной ИКД, что позволяет улучшить послеоперационные исходы, восстановить КЖ в более короткие сроки.

Теоретическая и практическая значимость

На основании полученных данных научного исследования разработан алгоритм тестирования пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной грыжей диска поясничного отдела позвоночника, с использованием аппарата изокинетической динамометрии для объективного анализа моторного дефицита нижних конечностей.

Разработан алгоритм медицинской реабилитации пациентов с моторным дефицитом дистальной части нижней конечности после микродискэктомии на поясничном уровне с использованием аппаратной ИКД.

Доказана эффективность разработанной методики медицинской реабилитации, способствующей регрессу моторного дефицита у пациентов после удаления грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника.

Методология и методы исследования

Дизайн исследования: рандомизированное, проспективное, когортное, продольное сравнительное исследование, проведенное в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2013) и правилами клинической практики в России (приказ Минздрава России от 19.06.2003 г. № 266).

Объект исследования: пациенты, оперированные по поводу ГМПД поясничного отдела позвоночника, находившиеся на лечении в нейрохирургическом отделении многопрофильного стационара с 2019 по 2021 годы.

Основная группа: пациенты с ГМПД поясничного отдела позвоночника, с клинической картиной компрессионной радикулопатии, оперированные в объеме стандартной микродискэктомии, которым проведена аппаратная изокинетическая диагностика и реабилитация.

Контрольная группа: пациенты с ГМПД поясничного отдела позвоночника, с клинической картиной компрессионной радикулопатии, оперированные в объеме стандартной микродискэктомии, которым проведена только аппаратная изокинетическая диагностика с последующим проведением стандартной медицинской реабилитации.

Протокол диссертационного исследования одобрен Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России (протокол от 15.04.2021 № 97).

Протокол исследования составлен в соответствии с российскими клиническими рекомендациями по диагностике и лечению грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника (2014) и дегенеративными заболеваниями позвоночника (2021).

Положения, выносимые на защиту

1. Использование метода аппаратной изокинетической динамометрии позволяет объективно оценить выраженность моторного дефицита у пациентов с компрессионной радикулопатией при грыжах межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника, позволяя своевременно рекомендовать декомпрессивное оперативное вмешательство на основе снижения максимального крутящего момента в индикаторной мышце пораженной конечности на 20%, указывающего на компрессию нерва.

2. Разработанный алгоритм реабилитации пациентов с применением метода аппаратной изокинетической динамометрии позволяет улучшить функциональные возможности нижних конечностей после проведенной микродискэктомии на поясничном уровне по поводу компрессионной радикулопатии, обеспечивая значимое снижение степени нарушений КЖ пациентов в послеоперационном периоде (на 24,7% больше по шкале Освестри относительно данных контрольной группы).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности – 3.1.24. Неврология, а именно пунктам: 8 «Вертеброгенные заболевания нервной системы. Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника. Исследования биомеханики позвоночника, функциональные нейровизуализационные исследования» и 20 «Лечение неврологических больных и нейрореабилитация». Уточнены критерии диагностики и разработан алгоритм реабилитации пациентов с моторным дефицитом дистальной части нижней конечности после микродискэктомии на поясничном уровне с использованием аппаратной ИКД.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов диссертационного исследования обусловлена репрезентативностью выборки, использованием валидных диагностических методов, использованием адекватных статистических программ для обработки данных.

В основу клинической части работы положены результаты детального обследования группы больных, включавшей 66 пациентов, достаточной для объективной оценки данных, с разработкой критериев включения и исключения из исследования с использованием комплекса клинических, современных лабораторных и инструментальных методов. Выводы, полученные в ходе исследования, и сформулированные практические рекомендации вытекают из сути работы и соответствуют поставленным задачам. Практические рекомендации представляют собой решение поставленных задач, что позволяет считать полученные результаты диссертационной работы обоснованными.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях: на XXIII Всемирном конгрессе по неврологии (Киото, 2017); 4-м конгрессе Европейской ассоциации неврологов (Лиссабон, 2018); междисциплинарной научно-практической конференции СКФО «Современная неврология и междисциплинарные вопросы» (Пятигорск, 2017); междисциплинарной научно-практической конференции «Современные проблемы диагностики и лечения в неврологии и нейрохирургии» (Пятигорск, 2018); XVI Азиатско-Тихоокеанском конгрессе неврологов (Сеул, 2018); междисциплинарной научно-практической конференции «Современные проблемы диагностики и лечения в неврологии и нейрохирургии» (Ставрополь, 2019); 5-м конгрессе Европейской ассоциации неврологов (Осло, 2019); XIX и XX Всероссийских научно-практических конференциях с международным участием «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2020, 2021).

Апробация диссертации проведена на кафедре неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России (протокол от 23.06.2023 №12).

Внедрение результатов исследования в практику

Основные положения используются в лечебной работе нейрохирургического и неврологического отделений ГБУЗ СК ГКБ СМП г. Ставрополя, нейрохирургическом отделении ГБУЗ СК «СККБ», а также в учебно-педагогическом процессе на кафедре неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России, излагаются в виде практических занятий и мастер-классов.

Публикации по теме диссертации

Основные положения и результаты диссертации отражены в 9 научных работах, опубликованных в ведущих отечественных рецензируемых изданиях, в том числе 4 статьи – в журналах, включенных в Перечень ВАК при Минобрнауки России (К2). Получен 1 патент на изобретение.

Личное участие автора

Автором лично проведено проспективное исследование: отбор пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной грыжей диска поясничного отдела позвоночника, проведено тестирование на аппарате изокинетической динамометрии, осуществлен анализ показателей моторного дефицита, выполнено оперативное лечение в объеме микродискэктомии с ушиванием раны разработанным способом. Проведен анализ послеоперационных результатов, полученных с помощью аппарата изокинетической динамометрии. Разработан алгоритм медицинской реабилитации пациентов с моторным дефицитом нижних

конечностей с помощью метода изокинетической динамометрии. Проведен анализ литературных данных, сбор и статистическая обработка материала, написание статей, диссертации и автореферата.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 140 листах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 188 источников, в том числе 76 отечественных и 112 зарубежных. Диссертация иллюстрирована 37 таблицами и 34 рисунками.

ГЛАВА 1. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КЛИНИКИ, ДИАГНОСТИКИ, ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Эпидемиология, патогенез и факторы риска развития грыж поясничного отдела позвоночника

Причиной нетрудоспособности в структуре заболеваемости взрослого населения России в более чем 50% случаев являются болевые синдромы в спине на фоне дегенеративно-дистрофических поражений позвоночных структур. Следует отметить, что в течение жизни до 70-85% населения хотя бы раз испытывали эпизод боли в пояснице с болью в ногах или без нее [40, 80, 108, 136].

Относительно частым и ранним проявлением дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника являются ГМПД поясничного отдела позвоночника. Первое описание грыжи диска, вызывающей ишиас, было сделано еще в 1934 году. Зарегистрированная заболеваемость составляет 2-3%, а распространенность – около 12%, причем наиболее часто ГМПД локализованы в L_4-L_5 и/или L_5-S_1 [45, 102, 120, 151].

Грыжа межпозвонкового диска в поясничном отделе позвоночника выявляется более, чем у 38% пациентов с хронической болью в пояснице. Прямые и косвенные затраты пациентов, страдающих болью пояснично-крестцового отдела, по данным T. Oosterhuis et al. (2014, 2017) в США составляют 30-50 миллиардов долларов в год [145, 146, 182]. По данным S. Cho et al. (2023), за 10-летний период количество пациентов с заболеваниями поясничных межпозвонковых дисков и радикулопатией, проходящих консервативное лечение, увеличилось более чем на 30%, а медицинские расходы увеличились с 3 до 5 млн. долларов США [94]. Частота встречаемости пояснично-крестцовой радикулопатии в западных странах составляет 5 случаев на 1000 взрослых [96,

127, 134, 172, 173]. В России заболеваемость составляет 48-52%, занимая лидирующее место по всем медико-экономическим показателям [15, 24, 38, 49].

Грыжа межпозвонкового диска может быть определена как смещение материала диска (пульпозное ядро, фиброзная капсула) за пределы межпозвонкового дискового пространства и считается наиболее частой причиной пояснично-крестцовой радикулопатии, вызывая пояснично-крестцовый радикулярный синдром, кодирующийся по МКБ-10 как М 51.1 [28, 30, 45, 166, 186, 188].

Факторами риска развития компрессионной радикулопатии являются [28, 63, 135, 165, 180]:

- подъем тяжестей;
- индекс массы тела выше 30;
- ожирение;
- беременность и роды;
- вредные производственные факторы (продолжительные статические нагрузки, вибрация, длительное нахождение в одной рабочей позе и др.

Установлены дополнительные прогностические факторы, в частости, влияние морфологии межпозвонкового диска на прогноз регрессии грыжи диска. По данным мета-анализа, описывающих 360 пациентов с ГМПД поясничного отдела L_4-L_5 или L_5-S_1 и радикулопатией, определена вероятность спонтанной регрессии при выпячивании, протрузии, экструзии и секвестрации дисков (13,3%, 52,5%, 70,4% и 93,0%, соответственно) [157]. Экструдированные и секвестрированные диски также имели значительно большую вероятность полной регрессии. Другими предикторами регрессии были больший исходный объем грыжи, транслигаментозная грыжа и более высокий тип Комори. Авторы подтвердили, что уменьшение выраженности клинических симптомов связано с регрессией грыжи диска.

Одним из основных патогенетических механизмов радикулопатии является ГМПД (в 30% случаев [54, 150]. Большинство ГМПД, поражающих поясничные и крестцовые корешки, выявляют на уровне L_4-L_5 (59%) и на уровне L_5-S_1 (30%).

Это обусловлено биомеханическими особенностями этих сегментов: амплитуда сгибания в этих сегментах позвоночника выше (20-25° в каждом), чем в остальных [123]. Кроме того, физиологическая клиновидная форма L_4-L_5 и L_5-S_1 для поддержания поясничного лордоза имеет клиновидную форму в сагиттальной плоскости с утолщением передних отделов почти в 2 раза больше по сравнению с задними, что также ведет к дегенеративным изменениям [84, 161]. Кроме того, компрессия корешка может происходить в латеральном кармане позвоночного канала и в межпозвонковом отверстии латеральной грыжи диска, что объясняется гипертрофией верхнего суставного отростка позвонка, а также остеофитами края тела позвонка в месте прикрепления желтой связки [34].

До недавнего времени считалось, что боль в ноге при ГМПД поясничного отдела вызвана сдавлением нервного корешка. Однако проявления поясничной радикулопатии трудно объяснить простым механическим фактором. В последние годы различные исследования в области иммунологии показали, что ткань грыжи биологически активная, способна экспрессировать ряд медиаторов воспаления, и в ряде случаев может вызывать аутоиммунные реакции.

В целом, в патофизиологии болевого синдрома на фоне поясничной радикулопатии, помимо механического фактора, важную роль играют воспалительные и аутовоспалительные процессы [96] в пользу чего свидетельствует также оценка поясничных корешков с использованием расширенных последовательностей МРТ, потенциально указывающая на активное воспаление/миелининовое повреждение и аксональное повреждение [89].

Высокая распространенность ГМПД, развитие инвалидизирующих осложнений являются основанием для проведения исследований по разработке новых высокоэффективных методов диагностики и лечения данной категории пациентов.

1.2. Клиническая картина компрессионной радикулопатии

Основным клиническим синдромом компрессионной радикулопатии является невропатический болевой синдром – острая боль в виде стреляющей, реже жгучей боли и парестезий, сочетающихся с гипалгезией в зоне иннервации пораженного корешка, усиливающиеся при повышении внутрибрюшного давления [60, 102, 104, 130]. При этом в вертикальном положении пациенты отмечают усиление боли, а в горизонтальном – уменьшение [31, 52, 54].

По данным Российского общества по изучению боли основными клиническими проявлениями радикулопатии являются [52]:

- боль в нижней части спины с иррадиацией в ногу;
- чувствительные расстройства;
- слабость в индикаторных мышцах;
- снижение рефлексов;
- положительные симптомы натяжения (симптом Ласега и др.).

В результате нарушения иннервации мышцы формируется ее гипотрофия. Основываясь на патофизиологических исследованиях, установлено, что при повреждении аксонов, которое развивается на фоне компрессии корешка грыжей диска, возникает так называемое нейрогенное поражение мышцы [10, 74]. Из-за гибели аксона мышечные волокна целой двигательной единицы лишаются единого управления и, как следствие, возникает большое количество денервированных (свободных) мышечных волокон. В данных условиях запускается компенсаторный процесс реиннервации. То есть за деиннервационным следует иннервационный процесс. Если реиннервация развивается несвоевременно, появляется большое количество свободных мышечных волокон, возникает гипотрофия мышцы [30, 71, 110, 168].

Одним из тяжелых, довольно редких, форм пояснично-крестцовых радикулопатий является парализующий ишиас, обусловленный компрессией спинномозговых корешков и сопровождающих их сосудов на поясничном или

крестцовом уровне [32, 55, 63]. При этой патологии развивается быстрое нарастание двигательных расстройств, вплоть до плегии в мышцах стопы.

Обычно при грыже диска поясничного отдела возникают симптомы односторонней радикулопатии на одноименной стороне, хотя иногда у пациентов могут наблюдаться контрлатеральные симптомы. Из-за редкой встречаемости поясничной грыжи с контрлатеральными симптомами патологический механизм остается неясным, а оптимальная хирургическая стратегия является предметом дискуссий.

Основываясь на хирургических результатах 11 случаев пациентов с грыжей диска поясничного отдела с контрлатеральными симптомами радикулопатии, Q. Gao et al. (2023) предположили, что данные проявления могут возникать, когда нервный корешок на контрлатеральной стороне плотно стягивается грыжей межпозвоночного диска через твердую мозговую оболочку. Ипсилатеральная гемиламинэктомия и дискэктомия эффективно и результативно купируют симптомы без послеоперационных осложнений у этих пациентов [109].

В исследовании S. Han et al. (2024), в котором приняли участие 301 347 пациентов с поясничной радикулопатией и 289 618 человек без нее, установлено, что риск переломов у пациентов с поясничной радикулопатией был повышен на 27 % по сравнению с контрольной группой [115].

У пациентов с поясничной радикулопатией наблюдается большее число соматосенсорных нарушений, включая повышенную механическую гипералгезию и аалодинию, чем у пациентов с хронической неспецифической склетно-мышечной болью в нижней части спины [159, 181].

Нейропатическая боль у пациентов с поясничной радикулопатией переплетается с такими клиническими состояниями как тревога, нарушения сна и депрессия, что существенно затрудняет диагностику и лечение данных пациентов [82]. Следует отметить ухудшение КЖ данной категории пациентов, сопряженное с выраженными болевым синдромом и двигательными нарушениями, что существенно сказывается на их физическом и психическом здоровье [87, 91, 95, 144].

В целом, развитие длительного болевого синдрома и двигательных нарушений, а также существенное ухудшение КЖ пациентов, обуславливают целесообразность проведения настоящего исследования.

1.3. Особенности диагностики пациентов с компрессионными радикулопатиями с применением аппаратной изокинетической динамометрии

Согласно приказу Минздрава России от 24.12.2012 N1547н диагностика радикулопатий включает: электромиографию (ЭМГ), электронейромиографию (ЭНМГ), миелографию, нейровизуализационные методы (компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и др. [58].

Одним из основных диагностических методов является ЭНМГ, при этом анализ скорости проведения возбуждения (СПВ) и амплитуд М-ответов по двигательным волокнам позволяет дифференцировать радикулопатии от периферических невропатий [20, 74, 75]. Особое внимание в диагностике радикулопатий уделяют таким показателям, как F-волна и Н-рефлекс, которые характеризуют проведение импульса по наиболее проксимальным сегментам нервов. Следует отметить, что отсутствие F-волн при стимуляции большеберцового нерва при нормальной амплитуде М-ответов с соответствующей мышцы позволяет предполагать наличие блока проведения или недавно развившегося (менее 5-8 суток) аксонального повреждения проксимальнее точки стимуляции [46]. Кроме того, такие характеристики F-волн, длительность волны, ее средняя латентность и хронодисперсия способствуют повышению чувствительности данного метода в отношении диагностики радикулопатии корешков L_5 и S_1 [121, 143].

Игольчатая ЭМГ – более чувствительный метод для диагностики радикулопатии в сравнении с ЭНМГ. При этом для более точной диагностики следует исследовать проксимальные и дистальные мышцы для исключения

мононевропатии как причины их поражения [46]. При игольчатой ЭМГ определяют следующие параметры:

- положительные острые волны;

- потенциалы фибрилляций;

- снижение рекрутирования двигательных единиц;

- признаки реиннервации (увеличение длительности и/или амплитуды потенциала действия двигательной единицы (ПДДЕ) [19, 122].

При радикулопатии характерными ЭМГ-признаками поражения являются [122, 130]:

- поражения корешков L_2-L_4 с вовлечением длинной приводящей мышцы;

- поражение корешка L_5 с вовлечением длинной малоберцовой мышцы и напрягателя широкой фасции;

- поражения корешков L_5 или L_4 с вовлечением передней большеберцовой мышцы;

- поражения корешка S_1 с вовлечением икроножной и двуглавой мышцы бедра

Нейровизуализационные методы. Достаточно высокая чувствительность и специфичность КТ и МРТ (в среднем 60-90%) не во всех случаях позволяют определить детальную картину состояния невральных структур и мягких тканей [35, 69, 88]. В таких случаях целесообразно использовать инвазивные стандартную контрастную миелографию или КТ-миелографию.

Учитывая значительное количество экстраспинальных аномалий, потенциально связанных с симптомами поясничной радикулопатии, при рутинной МРТ рекомендовано выполнение исследования в коронарной плоскости в режиме STIR [151].

Экстренное проведение КТ или МРТ показано при наличии симптомов компрессии корешков конского хвоста, нарастании пареза, признаках миелопатии. При отсутствии потенциально опасных состояний нейровизуализацию можно проводить на 4-6 неделе со времени возникновения симптомов. Эти временные рамки совпадают с рекомендованными сроками консервативного лечения

радикулопатии и определения дальнейшей тактики ведения пациента (оперативного или продолжения консервативного лечения) [94, 101]. Кроме того, данные методы исследования следует проводить в динамике для контроля эффективности проводимых реабилитационных мероприятий.

Одним из основных диагностических методов исследования мышечной силы является мануально-мышечное тестирование, для объективной оценки которого были разработаны различные типы динамометрии [70, 144]. Эталонным стандартом считается аппаратная ИКД, позволяющая оценить состояние мышц организма [45, 97].

Основными параметрами аппаратной ИКД являются:

- изокинетическое сокращение (укорочение мышцы при постоянном напряжении) мышц голени в концентрической и эксцентрической фазах;

- изометрическое сокращение (напряжение мышц при статической нагрузке, когда напряжение мышцы возрастает, а ее длина не меняется).

По данным R. Chester et al. (2003) было констатировано, что проведение оперативного вмешательства с последующей реабилитацией у больных с повреждением ахиллова сухожилия способствовало нормализации показателей мышечной силы по данным ИКД, таких, как пиковый крутящий момент, средний крутящий момент и общая работа [93].

В своем исследовании S. Stewart et al. (2016) продемонстрировали возможности ИКД при подагрическом артрите: сила мышц стопы и голени по показателям максимального крутящего момента изокинетики в эксцентрике при флексии, экстензии и ротации стопы на различных скоростях был ниже популяционных показателей [170].

Выраженное нарушение мышечной силы при ИКД у женщин, оперированных по поводу рака молочной железы и находящихся на химиотерапии, констатировали O. Klassen et al. (2017) [127]. Авторами было предложено проведение ранней физической реабилитации данному контингенту больных с целью предотвращения или противодействия потере мышечной функции.

В многоцентровом исследовании под руководством R. Van Cingel et al. (2017) в полной мере была продемонстрирована высокая чувствительность изокинетических устройств Humac NORM при оценке концентрических и эксцентрических измерений силы сгибателей и разгибателей колена и плечевых ротаторов у двух групп гандболисток [177].

Надежность ИКД доказали J. C. Adsuar et al. (2011) в своем исследовании, посвященном оценке мышечной силы сгибателей и разгибателей колена с изометрической и изокинетической нагрузкой у женщин с фибромиалгией, для чего авторами было проведено измерение максимального крутящего момента [78].

М. М. Хусейном с соавт. (2016) была разработана методика кинезотейпирования в процессе физической реабилитации спортсменов после травм коленного сустава, а одними из основных критериев эффективности были приняты параметры ИКД [66].

В исследовании Е. С. Прохоровой с соавт. (2018) была разработана авторская методика ЛФК для пациентов с пателлофеморальным болевым синдромом на основе мониторинга силовых показателей мышц бедра методом ИКД [57].

В целом, своевременная диагностика поражении межпозвонкового диска и других отделов позвоночника с радикулопатией, в том числе, с применением ИКД, позволяет в более коротки сроки определить правильную тактику лечения пациента.

1.4. Стандартное консервативное лечение пациентов с компрессионной радикулопатией

Стандартное консервативное лечение пациентов с компрессионной пояснично-крестцовой радикулопатией определено приказом Минздрава России от 24.12.2012 N 1547н. Необходимо отметить, что для купирования клинических

проявлений компрессионной радикулопатии подход к лечению должен быть многопрофильным.

В своем обзоре А. Л. Кривошапкин с соавт. (2020) сообщает о возможности купирования болевого синдрома у большинства пациентов без применения инвазивных технологий лечения [34].

Эксперты сходятся во мнении, что эффективность консервативной терапии различается в зависимости от эволюции поясничной радикулопатии. Лечение острой стадии поясничной радикулопатии должно быть сосредоточено на предоставлении информации о состоянии и поддержании индивидуальной физической активности с помощью обезболивающих препаратов. При подострой стадии к терапии следует добавить нейродинамическую мобилизацию к силовым тренировкам, при этом можно рассмотреть возможность трансфораминальных и/или эпидуральных инъекций, на хронической стадии следует рассмотреть возможность мануальной терапии и сосредоточиться на восстановлении индивидуальных функциональных возможностей [174].

В стандартизированную программу медикаментозной терапии входят следующие группы препаратов: нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), миорелаксанты, витамины группы В, сульфонамиды (фуросемид), антогонисты альдостерона (спиронолактон), производные пурина (пентоксифиллин), глюкокортикоиды, местные анестетики, наркотические анальгетики, противоэпилептические препараты, бензодиазепины, антидепрессанты, антихолинэстеразные средства [30, 45, 76, 99, 122].

При некупируемой нейропатической боли А. Н. Бариновым (2011), Л. А. Кузиной и Г. С. Кайшибаевым (2019), рекомендовано назначение группы противоэпилептических средств (Габапентин и Прегабалин), обладающих противосудорожной и анальгетической активностью [8, 36].

В настоящее время недостаточно доказательств эффективности физиотерапевтических вмешательств для пациентов с клинически диагностированным ишиасом и поясничной радикулопатией [103, 108], однако по мнению S. J. Willems (2023), обоснована возможность использования

физиотерапии в послеоперационном периоде поясничной радикулопатии с целью более быстрого восстановления двигательных функций [184, 185].

Имеются данные о краткосрочной эффективности добавления механического вытяжения к физиотерапии при боли в нижней части спины с поясничной радикулопатией независимо от типа тракции или применяемой дозировки [178].

По данным B. Heidari et al. (2023), возможно применение N-ацетилцистеина для дополнительной терапии острой боли при поясничной радикулопатии [117].

Как отмечают S. Cho et al. (2023), эпидуральное введение комплекса глюкокортикоридов с анестетическими препаратами обеспечивает значимок купирование болевого синдрома при минимальном воздействии на центральные механизмы боли [94].

Как считают K. Dhandapani et al. (2023), поясничная трансфораминальная эпидуральная инъекция стероидов является безопасным и эффективным методом лечения поясничной радикулопатии, обеспечивающим существенное и стойкое облегчение боли [100].

По мнению J. P. M. Kamp et al. (2023), трансфораминальные эпидуральные инъекции при поясничной радикулопатии под контролем КТ ассоциируются с высокой эффективностью, более низкой стоимостью, но в десять раз большей дозой облучения по сравнению с трансфораминальными эпидуральными инъекциями под флюороскопическим контролем [123].

Ультразвуковой контроль при выполнении трансфораминальных эпидуральных инъекций при односторонней поясничной радикулопатии при меньшем радиационном воздействии способствует облегчению обхода важных сосудов вокруг межпозвонкового отверстия [187].

Эпидуральные инъекции с местными анестетиками и кортикостероидами при пояснично-крестцовой радикулопатии являются эффективной терапевтической стратегией, способствуют улучшению функционального статуса и раннему возвращению к работе, при этом трансфораминальный доступ превосходит другие по эффективности [125, 131, 156]. Однако, по мнению S. Bise

et al. (2023) других авторов, оценивающих результаты терапии 237 пациентов с односторонней корешковой болью с периодом наблюдения до 5 лет, показана сопоставимая эффективности трансфораминального и интерламинарного доступа для поясничных эпидуральные инъекций с местными анестетиками и кортикостероидами под КТ-контролем [86].

В обзоре А. Л. Кривошапкина с соавт. (2020) приводятся данные об эффективности эпидуральных блокад с глюкокортикоидами у пациентов с грыжами дисков и радикулярными болями, позволяющими в ряде случаев избежать операции [34]. Однако для пациентов с диагнозом поясничный спондилез эпидуральные инъекции с местными анестетиками и кортикостероидами связаны с высоким риском остеопороза. Таким образом, эту терапию следует рекомендовать с осторожностью, особенно пациентам с коррелирующими факторами риска (например, высоким риском остеопоротического перелома, низким социально-экономическим статусом, пожилым возрастом) [92, 133]. В этой связи является перспективной методика трансфораминальных инъекций плазмой пациета, обогащённой тромбоцитами. При сравнительном анализе применения трансфораминальных инъекций плазмой, обогащённой тромбоцитами и стероидов, по данным A. Saraf et al. (2023), у 60 пациентов с дискогенной поясничной радикулопатией, установлено улучшение краткосрочных (до 3 месяцев) показателей клинических результатов при обеих методиках [162].

Неинвазивный и нефармакологический метод когнитивно-поведенческой терапии, по мнению M. J. McGirt et al. (2023), позволяет уменьшить боль, тревогу и депрессию у пациентов с хронической вертеброгенной болью в шейном и поясничном отделах с радикулопатией и без нее, являясь потенциальной альтернативой в мультимодальном лечении боли [139].

В целом, проведение стандартизированного лечения пациентов с компрессионной радикулопатией в подавляющем большинстве случаев приводит к купированию клинических проявлдений заболевания. И только в 20-30% случаев пациентам необходимо хирургическое вмешательство.

1.5. Особенности хирургического лечения пациентов с компрессионной радикулопатией

Оперативное лечение при ГМПД отличается высокой эффективностью и заключается в так называемой нейрофораминальной декомпрессии, особенности которой определяются данными нейровизуализации и интраоперационными находками [30, 34, 41, 48, 119]. В настоящее время все больше внимания уделяют так называемым минимально инвазивным вмешательствам при ГМПД [45, 141, 179].

По данным E. Huysmans et al. (2023), в предоперационном периоде по поводу поясничной радикулопатии у большинства пациентов (88%) присутствовала кинезиофобия в дезадаптивной степени [120]. Периоперационное обучение нейробиологии боли у пациентов с поясничной радикулопатией показало более высокую клиническую и экономическую эффективность.

Результаты исследования R. Kasir et al. (2023) свидетельствуют, что пациенты с длительно существующими симптомами поясничной радикулопатии до хирургического вмешательства имеют худшие прогнозы в аспектах болевого синдрома и КЖ по сравнению с пациентами, которым оперативное вмешательство выполнялось в более ранние сроки [124]. Больные, перенесшие операцию в течение 3 месяцев после появления симптомов, имеют самые высокие показатели возвращения к работе через 1 год после операции.

По результатам S. J. Willems et al. (2023), отмечено, что такой фактор как предоперационный индекс массы тела (ИМТ) существенно не влияет на исходы поясничной микродискэктомии у пациентов с радикулопатией в течение первого года после операции [184, 185].

В настоящее время значительно увеличилось количество операций у больных с компрессионной радикулопатией на фоне ГМПД поясничного отдела позвоночника [18, 126, 144]. Сообщается, что неврологическое восстановление у пациентов с легкими неврологическими нарушениями является удовлетворительным, независимо от вида лечения (например, консервативное или

хирургическое лечение). Международный консенсус заключается в том, что хирургическое лечение должно предлагаться только в том случае, если радикулярная боль в ногах сохраняется, несмотря на консервативное лечение [112].

Современные тенденции хирургического устранения диско-радикулярной компрессии сводятся к поиску менее травматичных методик. Микродискэктомия, описанная R. W. Williams (1978), является золотым стандартом удаления грыжи диска поясничного отдела позвоночника в течение большого количества лет. Данная методика, выполняемая с использованием операционного микроскопа, обладает минимальной хирургической травматичностью и возможностью адекватного радикулолиза. Ее эффективность в декомпрессии невральных структур достаточно высока [118, 130, 147, 148].

Большое распространение получил метод транскутанного эндоскопического удаления грыжи диска. Но, несмотря на миниинвазивность данной методики и отсутствие хирургической травмы паравертебральных и костных структур, ее результаты в большей части параметров остаются идентичны микродискэктомии. В систематическом обзоре W. Ruan и соавт. (2016), на основе анализа 7 крупных исследований, включавших данные 1384 пациентов после оперативного лечения в объеме транскутанного эндоскопического удаления грыжи диска и микродискэктомии показали, что при сравнении пред- и постоперационной боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), индекса КЖ после операции, частоте реопераций и послеоперационным осложнениям данные методики статистически идентичны [160]. Отличие состоит лишь в более коротком времени самой операции и времени послеоперационного пребывания в стационаре при эндоскопическом удалении грыжи межпозвонкового диска.

Корешковая боль регрессирует в течение 4 недель после микрохирургической декомпрессии. Предиктором неблагоприятного послеоперационного исхода (длительного болевого синдрома и отсутствия функционального улучшения), по мнению Е. Г. Селиверстовой с соавт. (2023), являются любые предоперационные двигательные нарушения [62].

По мнению K. Abhinav et al. (2023) отмечено, что после дискэктомии у большинства пациентов, страдающих поясничной радикулопатией, наблюдаются значительный регресс боли и восстановление трудоспособности [77]. Вместе с тем M. Foreman et al. (2023) отмечают, что применение оперативного лечения в форме спондилодеза или дискэктомии сопряжено с риском послеоперационных осложнениях, включая неврологические травмы, радикулопатию, остеолиз и инфекцию в сочетании нежелательной возможностью повторных операций [107]. Следовательно, существует потребность в инновациях и совершенствовании лечения поясничной радикулопатии, одним из возможных методов авторы считают артропластику межпозвонковых дисков или полную замену диска.

В исследовании S. Halperin (2023) оценивалась большая когорта поясничных ламинотомий/дискэктомий и были обнаружены существенные различия в возмещении/затратах для системы здравоохранения. Наибольшее увеличение возмещения было связано с госпитализацией (с индексной процедурой или повторной госпитализацией), за которой следовали тип страхования, послеоперационные нежелательные явления и послеоперационные посещения отделений неотложной помощи. Эти результаты подчеркивают необходимость сбалансировать стационарные и амбулаторные операции, одновременно ограничивая послеоперационные повторные госпитализации, чтобы минимизировать затраты, связанные с оказанием медицинской помощи [114].

Такие специфичные для пациента факторы риска, как пожилой возраст, коморбидная депрессия, повторные декомпрессионные процедуры, увеличение продолжительности пребывания в больнице, выписка в стационарное реабилитационное учреждение, а также частота осложнений и повторная госпитализация в течение 90 дней были связаны с увеличением общего количества эпизодов затрат на лечение после поясничной декомпрессии [98].

Независимо от проявления боли, клиническое улучшение отмечается примерно у 62% пациентов, перенесших поясничную декомпрессивную операцию, при этом у 51% наблюдается значительное улучшение. То есть

пациентам, перенесшим поясничную декомпрессию, можно сообщить о возможности значительного улучшения послеоперационной боли в спине [128]. Однако, сохраняющийся в ряде случаев неврологический дефицит является значительным осложнением после удаления грыжи диска [67]. Тяжесть неврологического дефицита может варьировать от слабости изолированного миотома до синдрома конского хвоста.

Несмотря на повышение качества хирургической техники и использования современных имплантатов, процент неудовлетворительных результатов остается на высоком уровне. По данным A. Hakkinen et al. (2005), A. McGregor et al. (2002), после микрохирургической декомпрессии корешка на фоне снижения интенсивности боли в нижней конечности функциональное улучшение (подвижность позвоночника, объем самообслуживания, дистанция ходьбы) было минимальным, а КЖ оставалось на низком уровне [113, 140].

Одним из наиболее значимых инвалидизирующих факторов при компрессионной радикулопатии на фоне ГМПД поясничного отдела позвоночника является парез иннервируемой группы мышцы. Учитывая, что наиболее часто поражаются корешки L_5 и S_1, что приводит к нарушению функции мышц голени и стопы, то двигательный дефицит влияет на изменение ходьбы, бега, езды на автомобиле и т.д. В этой связи восстановление мышечной силы очень важно, так как от этого зависит ежедневная активность человека.

Таким образом, проведенное оперативное вмешательство существенно улучшает КЖ пациентов в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Однако для более быстрого и полного восстановления нарушенных болезнью функций организма пациенту необходимо проведение медицинской реабилитации.

1.6. Реабилитация пациентов после оперативного лечения по поводу компрессионной радикулопатии вследствие грыжи межпозвонкового диска

Медицинская реабилитация пациентов после оперативного лечения по поводу компрессионной радикулопатии вследствие ГМПД регламентирована

приказом Минздрава России от 31.07.2020 № 788н [59]. Проводится в 3 этапа: первый этап – в первые 72 часа после оперативного вмешательства; 2 этап – в стационарном отделении медицинской реабилитации; 3 – в амбулаторных условиях [59, 61]. Необходимо отметить, что включение в реабилитационную программу лечебных физических факторов существенно повышает эффективность реабилитационных мероприятий [3, 5, 22, 25, 51, 64]. Отечественными учеными доказано, что это достигается за счет суммации и взаимопотенцирования лечебных эффектов всех факторов, включаемых в реабилитационную программу [4, 6, 7, 26, 39, 50].

Несмотря на успешно проведенную операцию и адекватную декомпрессию спинномозгового нерва, остается необходимость последующей реабилитации для устранения статокинетических нарушений и оптимизации работы мышц туловища и нижних конечностей [77, 81, 149, 164]. Проведенный литературный поиск указывает на ориентацию внимания реабилитологов на проблемы поясничного отдела позвоночника с учетом выраженности болевого синдрома [1, 53, 65]. Большинство работ направлено на раннее укрепление мышц спины, использование физиотерапевтических мероприятий для снижения болевого синдрома [136, 158].

Существует 2 распространенных варианта послеоперационного лечения. Первый вариант направлен на раннюю реабилитацию сразу после выписки. Второй вариант включает рекомендации возврата к активному образу жизни с последующей послеоперационной реабилитацией только для тех пациентов, у которых симптомы сохраняются дольше 6-8 недель.

В 2017 году T. Oosterhuis et al. опубликовали результаты проведенного мультицентрового рандомизированного исследования, в котором оценивали необходимость ранней реабилитации больных после микродискэктомии и ее стоимость [146]. На основе анализа данных 169 пациентов авторы сделали вывод, что реабилитация, которую начали сразу после выписки из стационара, не была экономически более рентабельной по сравнению с отсутствием реабилитации. Участники обеих групп имели более или менее одинаково выраженное улучшение

функционального статуса после операции, а ранняя реабилитация не оказала дополнительного влияния на выраженность болевых появлений, функционирование, общее физическое и психическое здоровье и финансовые затраты [146]. Однако в данном исследовании не анализировалось состояние мышц нижних конечностей, а пациентам проводилась стандартная физиотерапия и ЛФК.

Rune T. Paulsen et al. (2020) в рандомизированном исследовании 146 пациентов после удаления грыжи диска на поясничном уровне показали отсутствие необходимости профессиональной реабилитации в послеоперационном периоде после микродискэктомии в связи с идентичными результатами в группе без проведения профессиональной ранней реабилитации [152]. На основе полученных данных авторы сделали выводы, что микродискэктомия высокоэффективная операция, значительно снижающая болевой синдром, увеличивающая функциональный статус и КЖ. Использование профессиональной стационарной реабилитации в отличие от отсутствия таковой в конечном итоге не имеет отличий через 24 месяца. Однако в данном исследовании не учитывался функциональный статус нижних конечностей, поэтому достоверно сказать о КЖ не представляется возможным.

Было установлено, что ЛФК, направленная на стабилизацию поясничного региона, эффективна при лечении хронической боли в нижней части спины. Этот метод фокусируется на «переобучении» глубоких мышц туловища и живота, поясничного отдела спины и поперечного брюшного пресса, ответственных за стабильность и контроль позвоночного сегмента [136, 158].

Для восстановления функций нижних конечностей применяются методы физической реабилитации [18, 145]. Так, А. Е. Гореликов (2017) сообщает, что медицинская реабилитация пациентов с заболеваниями и травмами позвоночника и ПНС должно быть основана на синдромно-патогенетическом подходе с использованием на каждом этапе реабилитации лечебных физических факторов, обладающих мультикомпонентным саногенетическим эффектом [15, 16]. Однако,

несмотря на комплексный подход, купирование болевого синдрома и симптомов выпадения часто оказывается нестойким и недостаточно эффективным.

В целом, для более раннего восстановления двигательной функции, КЖ целесообразен поиск новых технологий медицинской реабилитации для больных после оперативного лечения по поводу компрессионной радикулопатии вследствие ГМПД.

1.7. Возможности метода изокинетической динамометрии в медицинской реабилитации

В последние годы ИКД успешно используется в здравоохранении. Данная методика позволяет на основе компьютерного анализа измерить мышечную силу, определить объем полезного движения в интересующем суставе, [1, 14, 17, 57, 112, 138]. В области медицинской реабилитации использование ИКД, несомненно, позволяет разработать персонализированную программу реабилитации для пациентов после оперативного лечения по поводу компрессионной радикулопатии вследствие ГМПД [169, 176].

Результаты научной работы В. Л. Мусориной (2021) свидетельствуют, что использование изокинетической динамометрии при миофасциальном болевом синдроме позволяет более точно диагностировать степень поражения мышц, что обеспечивает подбор высокоэффективных реабилитационных программ [44].

Изокинетическая динамометрия была применена Н. В. Капустиной и Е. Н. Запольновой (2014) у спортсменов игровых видов спорта с посттравматической хондропатией коленных суставов [27]. Авторами были изучены биомеханические характеристики околосуставных мышц поврежденных суставов и выявлено существенное снижение мышечной силы, что было учтено ими при составлении программы реабилитационных мероприятий.

В исследовании А. В. Воронова с соавт. (2019) было оценено состояние мышц передней поверхности бедра у спортсменов и физически развитых молодых людей посредством использования изокинетической динамометрии [13]. При

этом было констатировано, что для предотвращения гипертрофии мышц бедра под воздействием постоянного гравитационного силового воздействия необходимо проведение физических тренировок через центральный механизм внутримышечной координации.

П. П. Чекересом с соавт. (2015) на основе данных изокинетической динамометрии на комплексе Biodex-3Pro (США) была разработана программа реабилитации с применением проприоцептивных тренировок для спортсменов с повторными травмами коленного сустава [67]. Данной группой исследователей было показано, что разработанный курс реабилитации способствует улучшению координационной функции пораженной конечности в послеоперационном периоде после пластики крестообразной связки, а ИКД целесообразно также использовать для контроля эффективности реабилитационных мероприятий.

Группой ученых Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины под руководством В. В. Арькова (2011) была разработана программа реабилитации для спортсменов после реконструкции крестообразной связки коленного сустава с включением ИКД [2]. Авторами было констатировано, что именно на основе параметров ИКД была проведена коррекция разработанной программы, что способствовало повышению эффективности реабилитационных мероприятий.

В целом, результаты анализа представленных работ позволяют сделать вывод о том, что аппаратная ИКД может быть высокоэффективным методом диагностики и реабилитации больных с двигательными нарушениями на фоне компрессионной радикулопатии за счет способности осуществлять избирательное воздействие на пораженную группу мышц, включая щадящую дозировку нагрузки в рамках физической возможности мышцы, что невозможно при других методиках.

Резюме

Проведенный литературный обзор показал, что в настоящее время нет показаний и четких протоколов применения ИКД в диагностике и реабилитации пациентов с компрессионными радикулопатиями на фоне остеохондроза поясничного отдела позвоночника. Необходимо проведение научно-исследовательской работы в данном направлении с целью уточнения и подтверждения эффективности лечебного воздействия метода ИКД при компрессионной радикулопатии и разработки протоколов ее практического применения при данной патологии.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Дизайн исследования

В диссертационной работе проведено проспективное, когортное, продольное, сравнительное исследование, в которое было включено 66 пациентов, оперированных по поводу ГМПД на поясничном уровне, осложненных компрессионной радикулопатией.

Исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России (г. Ставрополь).

Дизайн исследования предусматривал 3 этапа работы:

- на первом этапе проводилась оценка диагностического комплекса с акцентом на клинические, нейровизуализационные (МРТ) и инструментальные (ЭНМГ, ИКД) методики у пациентов с компрессионной радикулопатией на фоне ГМПД поясничного отдела позвоночника;

- на втором этапе проводилась разработка программ послеоперационной реабилитации пациентов с компрессионной радикулопатией на фоне ГМПД поясничного отдела позвоночника с использованием ИКД;

- на третьем этапе была проведена оценка эффективности и безопасности разработанной реабилитационной программы у пациентов с компрессионной радикулопатией на фоне ГМПД поясничного отдела позвоночника с использованием ИКД.

В клинических исследованиях участвовало 66 пациентов в возрасте от 18 до 60 лет: 36 (54,5%) мужчин, 30 (45,5%) женщин.

Критерии включения в исследование:

- возраст от 18 до 60 лет;
- ГМПД L_4-L_5 или L_5-S_1, осложненная компрессионной радикулопатией L_5 или S_1 корешков (рубрификация по МКБ-10: М51.1);
- моторный дефицит в индикаторных мышцах;

- длительность компрессионной радикулопатии не более 3 месяцев;
- наличие информированного согласия пациента на участие в исследовании.

Критерии невключения:

- возраст до 18 лет и старше 60 лет;
- тяжелые формы стеноза позвоночного канала на поясничном уровне;
- спондилолистез >1 степени;
- соматическая патология в стадии декомпенсации;
- беременность;
- онкологическая патология;
- отказ пациента от участия в исследовании.

Пациенты проходили обследование и лечение в условиях нейрохирургического отделения ГБУЗ СК «Городская больница скорой медицинской помощи г. Ставрополя» с 01.01.2018 по 31.12.2020 гг. Оценка проводилась исходно, через 14 дней, через 3 месяца.

Обследуемые пациенты были разделены на 2 группы: основная группа включала 35 больных – 20 (57,2%) мужчин, 15 (42,8%) женщин, средний возраст 42,3±3,7лет, прооперированных в объеме стандартной микродискэктомии с последующей реабилитацией на аппарате изокинетической динамометрии в послеоперационном периоде на фоне стандартной медикаментозной терапии; контрольная группа, включавшая 31 пациент – 16 (58,1%) мужчин, 15 (41,9%) женщин, средний возраст 45,3±2,8 лет, прооперированных в объеме стандартной микродискэктомии, получавших стандартную медикаментозную терапию без послеоперационной двигательной реабилитации.

Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

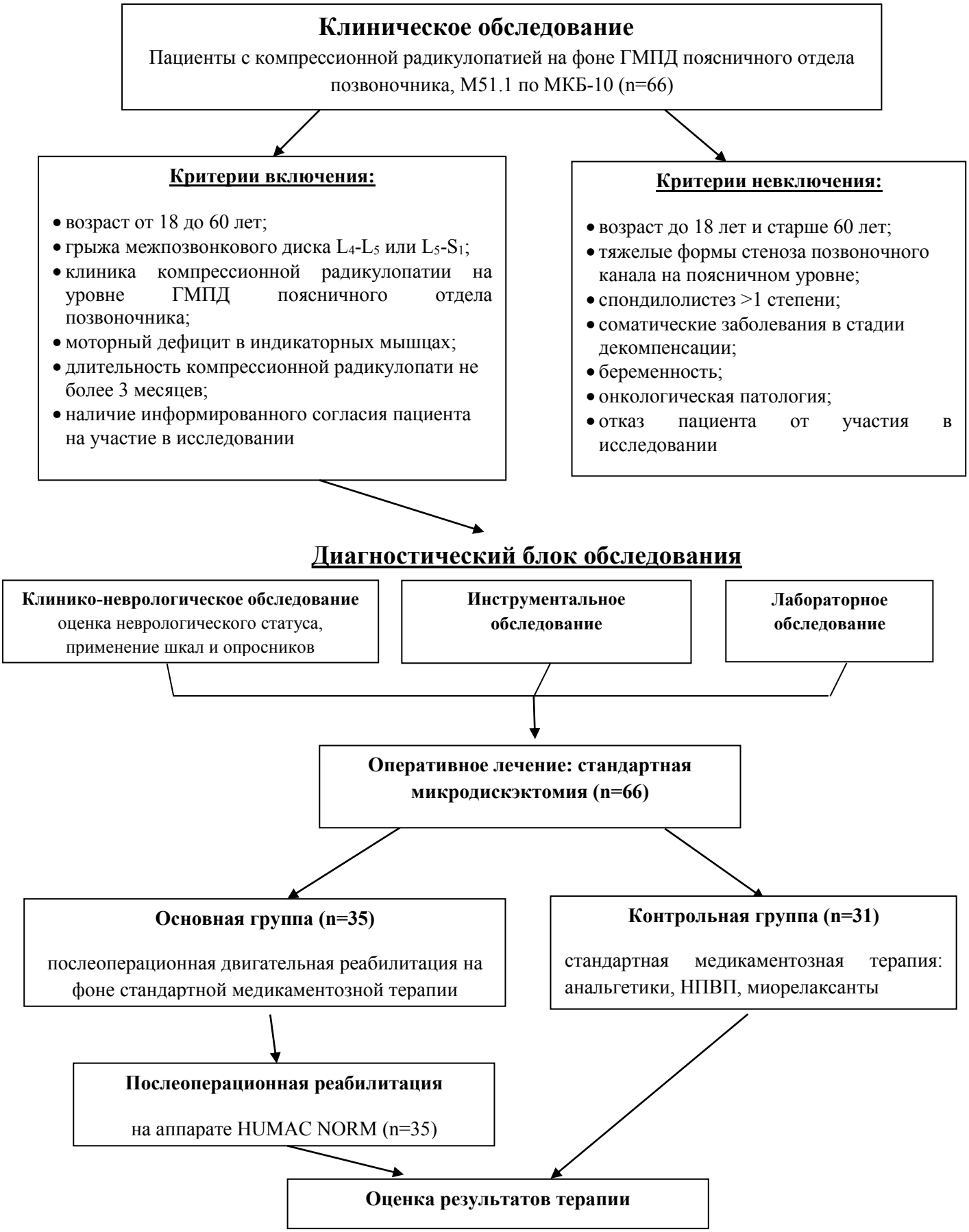


Рисунок 1 – Дизайн исследования

2.2. Эпидемиологическое исследование

В период с 2018 по 2020 гг. было проанализировано 4870 историй болезней пациентов в возрасте от 18 до 82 лет, находившихся на лечении в нейрохирургическом отделении многопрофильного стационара. Распространенность поясничного остеохондроза составила 1146 (23,5%) среди всех госпитализированных больных. Консервативное лечение неврологических проявлений остеохондроза позвоночника проведено 621 (54%) пациенту, оперативное лечение – 525 (46%) пациентам, что составило 55% от всех проведенных в отделении операций за 2018, 2019, 2020 гг.

При этом компрессионная радикулопатия поясничного уровня встречалась у 529 (46,2%) больных с остеохондрозом позвоночника.

Среди общего числа пациентов, госпитализированных в нейрохирургическое отделение за 2018-2020 гг., частота встречаемости компрессионной радикулопатии поясничных корешков на фоне различных дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника составила 529 человек (10,9%): 2018 год – 181 (10,7%), 2019 год – 180 (9,9%), 2020 год – 180 (12,3%).

Оперативное лечение по поводу компрессионной радикулопатии поясничного уровня было проведено 400 (75,6%) пациентам, консервативная терапия – 129 (24,4%) больным с признаками сдавления нервного корешка.

Применялись следующие виды хирургических вмешательств: микродискэктомия 365 (91%) пациентам, прооперированным по поводу компрессионной радикулопатии поясничного уровня: 2018 г. – 129 больных (93,4%), 2019 г. – 111 (90,2%), 2020 г. – 125 (89,9%).

Длительность данного вида оперативного пособия составила в среднем 78,87±8,98 минут.

Декомпрессия позвоночного канала с установкой имплантата в поясничном отделе проведена 35 (9%) пациентам, прооперированным по поводу компрессионной радикулопатии поясничного уровня: 2018 г. – 9 больных (6,5%), 2019 г. – 12 (10,1%), 2020 г. – 14 (11,1%).

Длительность данной операции составила в среднем 129,7±33,9 минут.

Среди оперированных по поводу компрессионной радикулопатии поясничного уровня пациенты женского пола составили 187 (47%), мужского – 213 (53%). Средний возраст пациентов составил 45,72±12,07 лет. Возрастной состав пациентов представлен на рисунке 2.

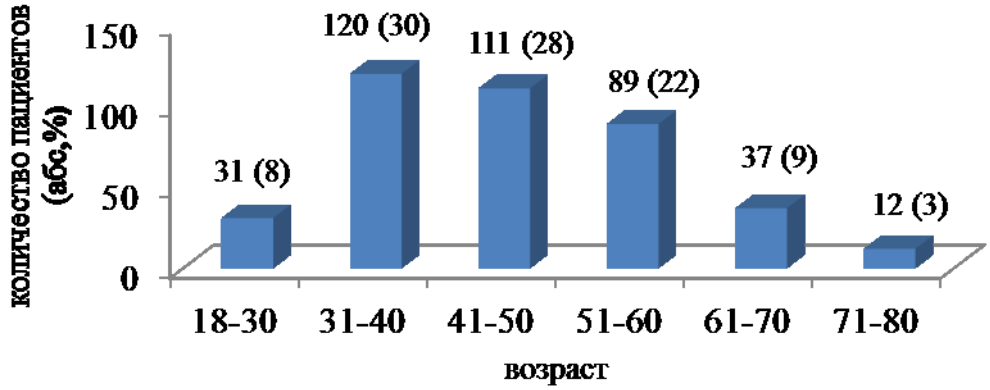


Рисунок 2 – Возрастной состав больных, оперированных по поводу компрессионной радикулопатии (количество пациентов, абс., %)

Анализ возрастно-половых особенностей выявил преобладание лиц молодого, трудоспособного возраста (31-50 лет) – 58%, мужского пола – 53%.

Наиболее часто в структуре компрессионной радикулопатии, по поводу которой проводилось оперативное лечение в различном объеме (микродискэктомия, декомпрессия позвоночного канала с установкой имплантата), встречалась радикулопатия S_1 корешка – у 203 (50,8%), L_5 корешка – у 173 (43,2%) больных, реже радикулопатия L_4 корешка – у 24 (6%), что представлено на рисунке 3.

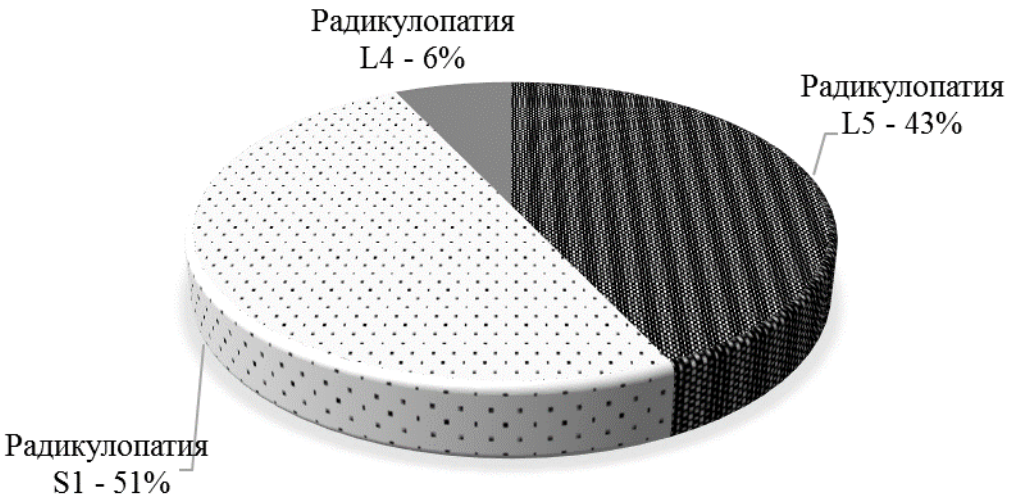


Рисунок 3 – Структура компрессионной радикулопатии у пациентов, оперированных по поводу изучаемой патологии за 2018-2020 гг. (%)

Оперативное лечение по поводу других проявлений остеохондроза позвоночника выполнено 125 (23,8%) пациентам из общего числа прооперированных по поводу проявлений остеохондроза позвоночника: 2018г. – 37 (21%) пациентов, 2019 г. – 54 (30,5%), 2020г. – 34 (20%) больных.

Лазерная вапоризация диска за 2018-2020 гг. была выполнена 92 пациентам, что составило 9,6% от всех операций, выполненных в нейрохирургическом отделении за указанный период: 2018 г. – 32 (10%), 2019 г. – 30 (9%), 2020 г. – 30 (9%).

Полученные данные позволили сделать вывод, что распространенность радикулопатий поясничных корешков высока и встречается в среднем у 11% пациентов, госпитализированных в нейрохирургическое отделение многопрофильного стационара в плановом и экстренном порядке, что свидетельствует о высокой распространенности изучаемой проблемы, которая отмечается более чем у каждого десятого пациента. Среди госпитализированных преобладали пациенты мужского пола молодого возраста, что говорит о существенной социально-экономической значимости изучаемой проблемы.

У пациентов с компрессионной радикулопатией поясничного уровня в большинстве случаев применяется оперативное лечение – 400 (75,6%) случаев от общего числа пациентов с компрессией поясничных корешков за 2018-2020 гг.

Подавляющее большинство хирургических вмешательств выполняется в виде микродискэктомии – 365 (91%) от общего числа операций по поводу радикулопатии поясничных корешков.

Длительность данного вида оперативного пособия небольшая, в среднем 78,87±8,98 минут, что соответствует мировым и Российским стандартам и говорит о высоких технических возможностях, предпосылках к ранней и эффективной реабилитации.

Все вышеизложенное свидетельствует об актуальности, социальной и экономической значимости изучаемой проблемы, учитывая ее широкую распространенность, поражаемость лиц молодого трудоспособного возраста.

2.3. Методы исследования

Метод ретроспективного анализа медицинской документации (историй болезни). По данным историй болезни проводился анализ следующих характеристик пациента: пол, возраст, частота поражения корешков поясничного отдела спинного мозга, операционная активность при неврологических проявлениях остеохондроза позвоночника, характер хирургического вмешательства (микродискэктомия или декомпрессия позвоночного канала с установкой имплантатов, лазерная вапоризация диска, нейромодуляция), длительность оперативного пособия.

Клинические обследования. В соответствии с поставленными задачами пациентам проводилось комплексное обследование, включающее: оценку неврологического дефицита; стандартные лабораторные анализы (общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимический анализ крови); инструментальные методы (МРТ, ЭНМГ, ИКД).

Основные применяемые методики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем выполненных обследований

Методы обследования	Количество обследованных пациентов	
	Основная (абс., %)	Контрольная (абс., %)
Клинические (неврологический осмотр)	35 (100)	31 (100)
Цифровая рейтинговая шкала боли	35 (100)	31 (100)
Опросник Освестри	35 (100)	31 (100)
Лабораторные исследования	35 (100)	31 (100)
Магнитно-резонансная томография	35 (100)	31 (100)
Электронейромиография	35 (100)	31 (100)
Изокинетическая динамометрия	35 (100)	31 (100)
Оценочная шкала исходов лечения Макнаб	35 (100)	31 (100)

Субъективную оценку осуществляли путем сбора и оценки жалоб пациентов, данных anamnesis morbi et vitae.

Специальный неврологический осмотр включал:

1. Определение порога болевой чувствительности с помощью неврологической иглы. Больного при исследовании просили закрыть глаза. Покалывание производили то острием, то основанием иглы. Пациента просили отвечать: «остро» или «тупо». Чувствительность определяли в симметричных зонах в соответствии с сегментарной иннервацией. При проведении теста уточняли уровень начала ощущения боли. Оценивали на основании ощущений больного с его слов.

2. Исследование выраженности сухожильно-мышечных рефлексов производилось по стандартному методу с помощью неврологического молоточка в баллах: 0 – норма, 1 – снижение, 2 – отсутствие.

3. Для исключения контрактур в голеностопном суставе оценивали объем активных и пассивных движений в данном суставе.

4. Для выявления гипотрофии мышц пораженной конечности в сравнении со здоровой сантиметровой лентой определяли окружность голеней в сантиметрах.

5. Для оценки мышечной силы отдельных мышц и групп мышц голени использовали шестибальную шкалу по наличию и выраженности пареза: 5 – отсутствие; 4 – легкий; 3 – умеренный; 2 – выраженный; 1 – грубый; 0 – паралич.

6. Для оценки наличия фиксации корешка грыжей диска оценивали симптомы натяжения: симптом Ласега в градусах по отношению к горизонтальной плоскости.

Анализ полученной информации позволил топически определить пораженный нерв и субъективно оценить тяжесть поражения.

Интенсивность болевого синдрома оценивалась с использованием цифровой рейтинговой шкалы (ЦРШ) [49, 56].

Качество жизни и уровень социальной адаптации оценивали с помощью опросника Освестри [12, 17, 47, 105, 106, 116].

Оценка исходов хирургического лечения проведена по шкале Макнаб (Macnab) [137], которая является стандартной для оценки степени удовлетворенности пациента результатами терапии в послеоперационном периоде.

Лабораторное обследование включало в себя проведение общего анализа крови, общего анализа мочи, стандартного биохимического исследования крови. Данные исследования проводились в многопрофильном стационаре.

МРТ выполнена 66 (100%) пациентам в стационарных условиях на МР-сканере Toshiba Excelart Vantagec (Япония) с силой индукции магнитного поля 1,5 Т, с градиентами 30 мТл/м, по стандартным протоколам в режимах Т1 и Т2 взвешенных изображений [19, 30]. По данным МРТ определяли выраженность дегенеративно-дистрофических изменений позвоночных структур, наличие ГМПД, ее локализацию, наличие диско-радикулярного конфликта, наличие или отсутствие стеноза позвоночного канала, степень спондилолистеза. Исследование выполнялось в трех проекциях: сагиттальной, на которой определяли наличие грыжи диска и направление возможной миграции секвестра; аксиальной, где выявляли диско-радикулярный конфликт, степень стеноза позвоночного канала;

коронарной, где также верифицировали расположение грыжевого фрагмента, степень компрессии нерва и его положение.

ЭНМГ-обследование проводилось посредством использования нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан» (Россия). Для исследования скорости проведения импульса по двигательным волокнам n. Tibialis dex /sin (СПИ М) с оценкой F-волны использовались методики стимуляционной ЭНМГ, основанные на анализе вызванных электрических ответов мышцы, полученных путем электрической стимуляции периферического нерва [74, 75, 154, 175]. Оценивали латентный период и амплитуду М-ответа. Для определения СПИ по нервам использовали общепринятую методику сопоставления латентных периодов ВП при электрическом раздражении двух точек нерва, находящихся на некотором расстоянии друг от друга. Исследование F-волны с определением средней латентности проводилось с регистрацией 20 волн, вызванных путем непрямой антидромной супрамаксимальной стимуляции с частотой раздражения не выше 0,5-1 с.

Для объективной оценки мышечной силы нижних конечностей всем больным выполнена аппаратная ИКД на аппарате HUMAC NORM (США), преимущество использования которого заключается в точной цифровой оценке мышечной силы сгибателей и разгибателей стопы. Данный метод позволяет в цифровом эквиваленте измерить мышечную силу, диапазон движений, адаптацию к нагрузке пораженной и здоровой конечности. Изучали следующие параметры как пораженной, так и здоровой конечности: максимальный крутящий момент изометрии икроножной мышцы (ИМ Gc МКрМ (Н/м)), максимальный крутящий момент изометрии передней большеберцовой мышцы (ИМ Tb МКрМ (Н/м), время максимального крутящего момента изометрии икроножной мышцы (ИМ Gc вМКрМ (с), время максимального крутящего момента изометрии передней большеберцовой мышцы (ИМ Tb вМКрМ (с), максимальный крутящий момент изокинетики в эксцентрическом режиме икроножной мышцы (ИК Экс Gc МКрМ (Н/м), максимальный крутящий момент изокинетики в эксцентрическом режиме передней большеберцовой мышцы ИК Экс Tb МКрМ (Н/м), время максимального

крутящего момента изокинетики в эксцентрическом режиме икроножной мышцы (ИК Экс Gc вМКрМ (с)), время максимального крутящего момента изокинетики в эксцентрическом режиме передней большеберцовой мышцы ИК Экс Tb вМКрМ (с)), угол максимального крутящего момента изокинетики в эксцентрическом режиме икроножной мышцы (ИК Экс Gc уМКрМ (°), угол максимального крутящего момента изокинетики в эксцентрическом режиме передней большеберцовой мышцы ИК Экс Tb уМКрМ (°), максимальный крутящий момент изокинетики в концентрическом режиме икроножной мышцы (ИК Кон Gc МКрМ (Н/м), максимальный крутящий момент изокинетики в концентрическом режиме передней большеберцовой мышцы ИК Кон Tb МКрМ (Н/м), время максимального крутящего момента изокинетики в концентрическом режиме икроножной мышцы (ИК Кон Gc вМКрМ (с)), время максимального крутящего момента изокинетики в концентрическом режиме передней большеберцовой мышцы ИК Кон Tb вМКрМ (с), угол максимального крутящего момента изокинетики в концентрическом режиме икроножной мышцы (ИК Кон Gc уМКрМ (°), угол максимального крутящего момента изокинетики в концентрическом режиме передней большеберцовой мышцы ИК Кон Tb уМКрМ (°).

Концентрическое сокращение – стремление к пиковому напряжению мышцы при сближении точек крепления мышцы.

Эксцентрическое сокращение – удержание максимального пикового напряжения при отдалении точек крепления мышцы.

В начале изокинетического тестирования стопа пациента фиксируется в приводе для оценки флексоров и экстензоров стопы. Выполняется пробный тест работы для понимания пациентом принципа правильности выполнения исследования. Затем проводится концентрическое и эксцентрическое сокращение с минимальной силой надавливания в трех подходах. Программа оценивает средние значения за три подхода. Далее пациент выполнял тыльную флексию стопы, тем самым оценивалась концентрика и эксцентрика m. Tibialis ant. в трех сокращениях с анализом средней величины. После этого выполнялось подошвенное сгибание стопы с оценкой концентрики и эксцентрики m.

Gastrocnemius в трех сокращениях с последующим вычислением средней величины.

Для оценки изометрии стопа устанавливалась в комфортном положении от крайних точек движения стопы в голеностопном суставе, которое принималось за позиционный 0. Затем для тестирования m. Tibialis ant. стопа выводилась на 8^0 в тыльной флексии, а для тестирования m. Gastrocnemius на 15^0 подошвенной флексии. Пациент выполнял 2 тестовых сокращения, после чего 3 пиковых сокращения мышцы в фиксированном угле, напрягая m. Tibialis ant., а затем m. Gastrocnemius.

Первой тестировали пораженную конечность, во вторую очередь – здоровую.

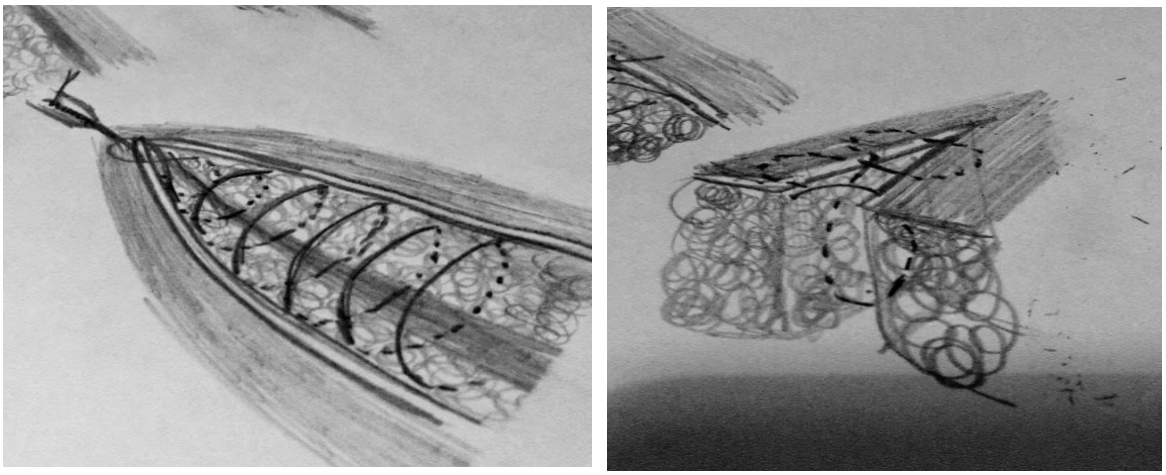
Результаты тестирования на аппарате ИКД имели вид стандартизированной карты с графиком силы мышц и сводной таблицей полученных значений.

2.4. Методы лечебно-реабилитационных воздействий при компрессионной радикулопатии

2.4.1. Хирургическое лечение пациентов

Всем 66 (100%) пациентам выполнена стандартная микродискэктомия одним хирургом. Операция проводилась под эндотрахеальным наркозом в положении больного на животе в горизонтальной плоскости с использованием операционного микроскопа Leica 525 F40. После флюороскопической метки пораженного позвоночно-двигательного сегмента и двукратной обработки операционного поля раствором антисептика, выполнялся срединный разрез кожи в проекции смежных остистых отростков. Рассекался апоневроз ипсилатеральной стороны, мышцы отпрепаровывались от остистых отростков и дужек смежных позвонков латерально, устанавливался ранорасширитель. Далее выполнялась интерламинэктомия, желтая связка удалялась, проводилась медиальная фасетэктомиия. Корешок мобилизовался, смещался медиально. После вскрытия

задней продольной связки удалялась грыжа диска. Проводился гемостаз. Накладывались узловые швы на апоневроз. Кожа ушивалась послойно, непрерывным швом по оригинальной методике, защищенной патентом (Патент на изобретение RU 2721881 C1 от 25.05.2020). Способ наложения данного типа шва осуществляется следующим образом. Первый узловой инвертированный шов накладывается в одном углу раны на подкожно-жировую клетчатку рассасывающейся атравматичной нитью 3-0. Короткий конец нити (10 см), выводится из раны и берется на зажим. Далее накладывается обвивной шов на подкожно-жировую клетчатку до противоположного угла раны с шагом не более 1 см с постепенным затягиванием нити до создания надежной герметичности. В этом углу раны за последним проведением нити в подкожно-жировую клетчатку выкол иглы осуществляется в дерме на 1 мм от поверхности кожи. Нить натягивается. Осуществляется вкол в противоположном кожном крае раны на глубине 1 мм от поверхности и параллельно поверхности кожи с дальнейшей классической техникой косметического внутрикожного шва до противоположного угла раны. Последний выкол выполняют на глубине 3-5 мм от поверхности после чего хирург вяжет три узла с коротким концом нити. Нити обрезаются, узел погружается в глубину раны. Особенность данной методики заключается в одномоментном сшивании подкожно-жировой клетчатки и дермы, что позволяет герметично сопоставить края раны, а погружной узел избавляет от необходимости снятия шва (Рисунок 4).



A *B*

Рисунок 4 – Способ одномоментного закрытия кожной раны косметическим хирургическим швом

Примечание: А – первый этап: наложение непрерывного обвивного шва на подкожно-жировую клетчатку; В – второй этап: наложение непрерывного внутрикожного шва на дерму

Для достижения максимальной декомпрессии компремированного корешка пользовались рекомендациями В. А. Шустина с соавт. (2006) [73], которые опираясь на исследование К. Я. Оглазнева с соавт. (1994) [48], рекомендуют расширять декомпрессию согласно типу отхождения корешка от дурального мешка. Так, при верхнем типе отхождения нерва, пациентам стандартный интерламинарный доступ дополнялся большей краниальной резекцией нижнего края дужки вышележащего позвонка. При среднем и нижнем отхождении нерва интерламинэктомия дополнялась большей каудальной резекцией верхнего края дужки нижележащего позвонка. Таким образом, достигалась максимальная декомпрессия нерва, и отечный корешок находился в свободном положении.

2.4.2. Основы фармакотерапии пациентов с компрессионной радикулопатией

В рамках медикаментозной терапии компрессионной радикулопатии у пациентов с ГМПД применяли препараты, направленные на следующие основные звенья патогенеза:

- с обезболивающей, противовоспалительной целями назначали анальгетики, нестероидные противовоспалительные препараты (метамизол натрия 500 мг/сутки, кетопрофен 100 мг/сутки);

- с обезболивающей целью при выраженном болевом синдроме (7-10 баллов по ЦРШ) назначали наркотические анальгетики коротким курсом (трамадол 100 мг/сутки);

- с целью устранения мышечного спазма, как фактора, поддерживающего боль, назначали миорелаксанты центрального действия (толперизон 450 мг/сутки);

- с трофической, репаративной целью назначали витамины группы В;

- с целью улучшения микроциркуляции назначали вазоактивные препараты - производные пурина (пентоксифиллин 100 мг/сутки).

Все назначаемые медикаментозные препараты назначались на основании клинических рекомендаций, согласно инструкции, в стандартных терапевтических дозировках с учетом показаний и противопоказаний, а также индивидуальных особенностей пациентов в каждом конкретном случае.

2.4.3. Двигательная реабилитация с помощью аппаратной изокинетической динамометрии

В результате анализа современных литературных данных было установлено, что метод аппаратной ИКД может быть высокоэффективным в реабилитации больных с двигательными нарушениями при различной соматической, неврологической, травматологической патологии. Данный метод является весьма актуальным у пациентов с двигательным дефицитом в рамках компрессионно-корешкового синдрома L_5, S_1 на фоне ГМПД поясничного отдела, проявляющегося слабостью индикаторных мышц голени, что значительно ухудшает КЖ пациентов. В связи с этим были разработаны протоколы практического применения аппаратной ИКД при компрессионной радикулопатии

на фоне поясничного остеохондроза в послеоперационном периоде, с последующей оценкой эффективности лечебно-реабилитационного воздействия.

Всем 35 (100%) пациентам основной группы был назначен курс двигательной реабилитации на аппарате HUMAC NORM (США).

Данная реабилитация включала комплекс упражнений, направленных на щадящее восстановление мышечной силы пораженной конечности.

Нами предложен алгоритм реабилитации мышц голени в раннем послеоперационном периоде:

Реабилитация пациентов с парезом мышц сгибателей и разгибателей стопы осуществлялась в изокинетическом режиме. Независимо от уровня пораженного корешка проводится работа и с агонистом, и с антагонистом. Так, при поражении корешка L_5 и гипотрофии m. Tibialis anterior производится воздействие также и на m. Gastrocnemius на одноименной стороне. Это связано с дублирующим механизмом иннервации мышцы и вовлечением в патологический процесс мышцы антагониста.

Предпочтение аппаратной изокинетической реабилитации отдано в связи с отсутствием риска перегрузки пораженной мышцы. Привод аппарата осуществляет внешнее воздействие на конечность силой не больше той силы, которую способна развить мышца. И при прекращении сокращения мышцы пациентом аппарат приостанавливает внешнее воздействие.

Реабилитация пациента осуществляется в положении лежа на спине. Стопа фиксируется в приводе с обязательным сопоставлением оси голеностопного сустава и оси привода стопы в спортивной обуви для более плотного прилегания (Рисунок 5).

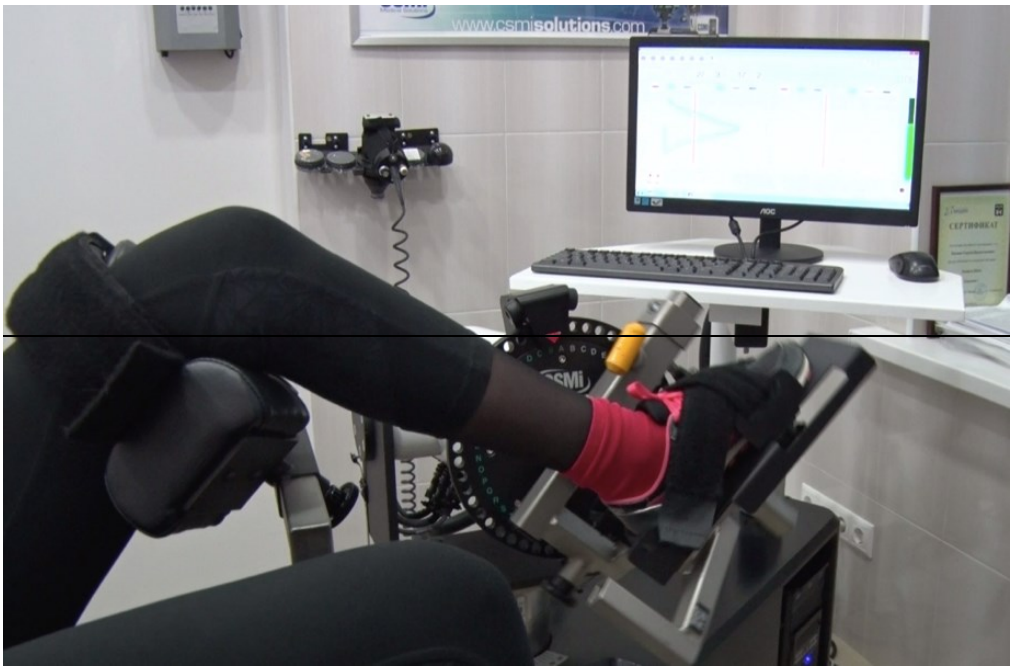


Рисунок 5 – Позиция стопы в нейтральном положении на аппарате изокинетической динамометрии

Перед началом реабилитации врачом в настройках аппарата устанавливается значение позиционного нуля. Это положение стопы в приводе подбирается индивидуально, характеризуется как физиологическое положение покоя стопы, из которого пациент может осуществить максимально эффективно подошвенную и тыльную флексию стопы. Затем производится определение допустимых углов активного движения стопы в положениях тыльного и подошвенного сгибания, в которых будет осуществляться реабилитация.

Реабилитация производится в режиме с попеременным концентрическим и эксцентрическим сокращением.

При осуществлении аппаратной реабилитации пациенту обязательно предлагали следить за изменением графиков на экране монитора, характеризующих сокращение мышцы, для повышения дополнительной визуальной стимуляции сократительного процесса.

При поражении корешка L_5 начинали упражнения с тыльной флексии, активации m. Tibialis anterior. При компрессионной радикулопатии S_1 начинали упражнение в параметрах подошвенной флексии, активации m. Gastrocnemius.

Пациент вначале стремился развить максимальное концентрическое усилие, осуществляя тыльное сгибание при реабилитации m. Tibialis anterior в пределах ранее заданного угла стопы с последующим осуществлением эксцентрического сокращения данной мышцы, пытаясь реализовать максимальное сопротивление внешнему воздействию привода также в пределах заданного угла. Затем осуществляли работу с антагонистом m. Gastrocnemius в этом же режиме.

При реабилитации m. Gastrocnemius пациент изначально стремился развить максимальное концентрическое усилие, осуществляя подошвенное сгибание в пределах ранее заданного угла стопы с последующим осуществлением эксцентрического сокращения этой же мышцы, пытаясь реализовать максимальное сопротивление внешнему воздействию привода также в пределах заданного угла. Затем осуществляли работу с антагонистом m. Tibialis anterior в этом же режиме.

Занятие начинали с 5 повторений, включающих попеременное сокращение в концентрическом и эксцентрическом режимах. После отдыха в течение 30 секунд выполняли работу с антагонистом в том же объеме. За одно посещение производили 5 подходов на каждую группу мышц. Реабилитация мышц выполнялась через день в объеме 15 занятий. Через одно занятие осуществляли увеличение повторений в подходе одно. Через каждые три занятия происходило увеличение количества подходов на один.

Алгоритм реабилитации пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной ГМПД на поясничном уровне в послеоперационном периоде представлен на рисунке 6.

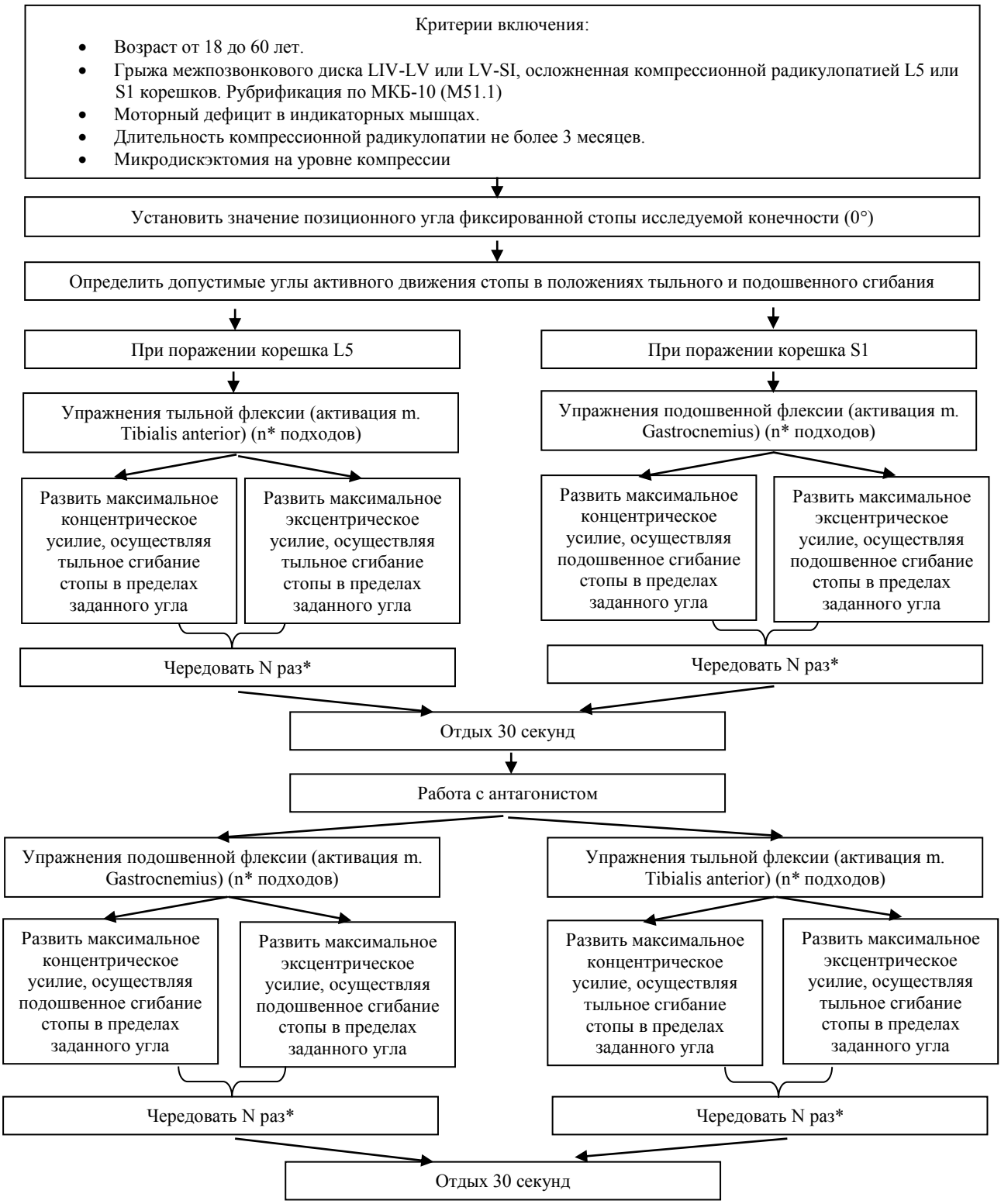


Рисунок 6 – Алгоритм реабилитации пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной ГМПД на поясничном уровне в послеоперационном периоде

Примечание: *исходно 5 подходов по 5 повторений на каждую группу мышц, через одно занятие осуществляли увеличение на одно повторение в подходе (до 20), через каждые три занятия увеличивали количество подходов на 1 (до 10). Реабилитация мышц выполняется через день в объеме 15 занятий

2.5. Методы статистической обработки

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 2.6.1 (разработчик - ООО «Статтех», Россия), Statistica 6,0.

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50).

Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3).

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента.

Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10).

При сравнении нормально распределенных количественных показателей, рассчитанных для двух связанных выборок, использовался парный t-критерий Стьюдента.

Для сравнения трех и более связанных групп по нормально распределенному количественному признаку применялся однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями. Статистическая значимость изменений показателя в динамике оценивалась с помощью следа Пиллая (Pillai’s Trace). Апостериорный анализ проводился с помощью парного t-критерия Стьюдента с поправкой Холма.

Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

ГЛАВА 3. КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ С КОМПРЕССИОННОЙ РАДИКУЛОПАТИЕЙ НА ПОЯСНИЧНОМ УРОВНЕ

Мониторинг клинических, электрофизиологических и функциональных показателей проводился нами в следующие сроки: исходно, через 14 дней и 3 месяца послеоперационного периода.

3.1. Клинико-диагностические особенности пациентов с компрессионной радикулопатией поясничного отдела позвоночника

В клинических исследованиях участвовало 66 пациентов, прооперированных в объеме стандартной микродискэктомии, в возрасте от 18 до 60 лет: 36 (54,5%) мужчин, 30 (45,5%) женщин.

Было сформировано 2 репрезентативные группы:

- основная группа, куда было включено 35 пациентов, которым в послеоперационном периоде в дополнение к стандартной медикаментозной терапии проводилась аппаратная двигательная реабилитация;

- группа контроля включала 31 пациент, которые получали стандартную медикаментозную терапию.

Средний возраст пациентов основной группы составил 41,86±10,31 лет, контрольной группы – 40,60±9,76 лет.

Пациенты мужского пола составили 20 (57%) в основной группе, 16 (58%) – в контрольной, женского – 15 (43%) и 15 (42%) соответственно.

ИМТ составил 26,49±3,6 в основной группе и 25,79±3,05 – в контрольной, что соответствует избыточной массе тела.

Половозрастной состав пациентов обследуемых групп представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав пациентов по полу и возрасту

Возраст (лет)	Основная		Контрольная		Всего	
	Муж. (абс., %)	Жен. (абс., %)	Муж. (абс., %)	Жен. (абс., %)	Основная (абс., %)	Контроль (абс., %)
18-30	4 (20)	1 (7)	3 (19)	2 (13)	5 (14)	5 (16)
31-40	8 (40)	5 (33)	7 (43)	4 (27)	13 (37)	11 (36)
41-50	5 (25)	3 (20)	3 (19)	6 (40)	8 (23)	9 (29)
51-60	3 (15)	6 (40)	3 (19)	3 (20)	9 (26)	6 (19)
Всего	20 (100)	15 (100)	16 (100)	15 (100)	35 (100)	31 (100)

Распределение обследованных пациентов по типу, интенсивности болевого синдрома представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика болевого синдрома

Особенности болевого синдрома	Основная	Контрольная	p
Радикулопатия L_5 (абс., %)	13 (37)	12 (39)	>0,05
Радикулопатия S_1 (абс., %)	22 (63)	19 (61)	>0,05
Интенсивность по ЦРШ (M±SD), балл	6,93±2,54	6,87±1,22	>0,05

Все пациенты при первичном осмотре предъявляли жалобы на боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в ногу: 31 (89%) – в основной группе и 27 (87%) – в контрольной; боли только в пояснично-крестцовой области соответственно: 2 (6%) и 2 (6,5%); боли с изолированной локализацией в ноге соответственно: 2 (6%) и 2 (6,5%).

В подавляющем большинстве случаев пациенты обеих групп жаловались на боль в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижнюю конечность.

Исходно интенсивность болевого синдрома по ЦРШ составила 6,93±2,54 баллов в основной группе, 6,87±1,20 – в контрольной. Пациенты в основном характеризовали боль как острую, стреляющую, с «ощущениям прохождения электрического тока в ноге», реже как жгучую, пекущую.

Помимо непосредственно болевого синдрома пациенты предъявляли жалобы на слабость в стопе: 34 (97%) пациентов основной группы и 27 (87%) в контрольной, чувствительные нарушения в нижней конечности – 29 (83%) и 25 (81%), соответственно.

При неврологическом осмотре у обследуемых пациентов наблюдался парез мышц голени различной степени выраженности, даже у тех лиц, кто субъективно не отмечал данный симптом. По данным мануально-мышечного тестирования исходно мышечная сила в стопе у пациентов основной группы составила 3,63±0,77 балла, в контрольной – 3,71±0,82 балла.

У 23 (66%) пациентов основной группы и у 19 (61%) контрольной группы выявляли анизорефлексию.

Гипотрофия мышц голени отмечалась при объективном осмотре у 11 (31%) пациентов основной группы, 8 (26%) – в контрольной.

При оценке поверхностной чувствительности корешковый характер чувствительных нарушений в дерматомах L_5 или S_1 выявлен у 30 (86%) больных основной группы, у 30 (97%) – в контрольной группе.

Особенности радикулопатии у обследованных пациентов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Особенности радикулопатии у обследованных пациентов

Пораженный нервный корешок	Основная группа		Контрольная группа	
	Справа	Слева	Справа	Слева
L_5 (количество пациентов, абс., %)	6 (17)	7 (20)	6 (19,5)	6 (19,5)
Итого L_5	13 (37)		12 (39)	
S_1 (количество пациентов, абс., %)	10 (29)	12 (34)	12 (39)	7 (23)
Итого S_1	22 (63)		19 (61)	

Таким образом, у пациентов обеих групп преобладающей была компрессия корешка S_1 вследствие грыжи межпозвонкового диска L_5-S_1.

Миотонические проявления отмечены у 33 (94%) больных основной группы, у 30 (97%) – в контрольной группе.

Исходно симптом Ласега на стороне иррадиации боли встречался у всех пациентов основной и контрольной групп и составил от 30 до 60 градусов, в среднем 41,0±7,46° в основной группе, 39,52±5,38° – в контрольной.

Всем 66 (100%) пациентам была выполнена МРТ поясничного отдела позвоночника. По данным МРТ, отмечались различной степени выраженности

дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника, ГМПД L_4-L_5 – у 13 (37%) пациентов основной группы, у 12 (39%) – в контрольной, грыжа диска L_5-S_1 – у 22 (63%) пациентов основной группы, 19 (61%) – в контрольной.

Для объективизаации диагностики выраженности пареза мышцы при компрессионной радикулопатии на поясничном уровне был использован метод аппаратной ИКД.

В ходе обследования всех пациентов с радикулопатией с использованием ИКД оценивались следующие показатели: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ (Н/м), время (с); изометрия m.Tibialis anterior: maxКРМ (Н/м), время (с), эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ (Н/м), время (с), угол (°); эксцентрика m.Tibialis anterior: max КРМ (Н/м), время (с), угол (°); концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ (Н/м), время (с), угол (°); концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ (Н/м), время (с), угол (°), что представлено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Показатели изокинетической динамометрии у пациентов с радикулопатией L_5 до лечения

Показатели	Основная группа		Контрольная группа	
	Здоровая конечность	Пораженная конечность	Здоровая конечность	Пораженная конечность
ИМ Gc МКрМ (Н/м)	49,54±10,49	34,92±8,55*	40,08±7,62*	28,50±13,94*
ИМ Gc вМКрМ (с)	3,32±0,94	2,81±1,33	3,35±1,01	3,34±1,49
ИМ Tb МКрМ (Н/м)	33,46±11,93*	16,38±5,16*	25,52±12,47*	14,33±11,56*
ИМ Tb вМКрМ (с)	2,16±0,62	0,92±0,76*	2,08±0,83	1,33±0,99
ИК Экс Gc МКрМ (Н/м)	106,54±41,08	87,00±28,01	114,17±64,68	66,67±46,4
ИК Экс Gc вМКрМ (с)	1,46±0,24	1,36±0,32	1,24±0,68	0,96±0,59
ИК Экс Gc уМКрМ (°)	16,31±3,25*	12,00±6,20*	13,33±5,82*	7,75±6,02*
ИК Экс Tb МКрМ (Н/м)	42,23±16,72*	23,54±9,26*	43,33±14,97*	24,17±14,07*
ИК Экс Tb вМКрМ (с)	1,30±0,25	1,09±0,36	1,12±0,69	1,19±0,72
ИК Экс Tb уМКрМ (°)	14,46±4,74	12,46±8,76	17,58±6,36	18,5±6,67
ИК Кон Gc МКрМ (Н/м)	93,38±46,50	78,46±25,93	104,67±66,0*	56,25±30,77*
ИК Кон Gc вМКрМ (с)	0,14±0,13	0,20±0,24	0,08±0,19	0,27±0,27
ИК Кон Gc уМКрМ (°)	9,38±4,27	8,62±5,25	8,50±4,62*	4,42±3,70*
ИК Кон Tb МКрМ (Н/м)	39,46±16,00*	20,69±5,09*	35,58±16,98*	20,08±13,39*
ИК Кон Tb вМКрМ (с)	0,03±0,05	0,08±0,10	0,09±0,21	0,01±0,00
ИК Кон Tb уМКрМ (°)	18,77±4,40	16,15±8,50	22,75±2,6	17,75±7,65

Примечание: ИМ – изометрия; ИК – изокинетика; Кон – концентрика; Экс – эксцентрика; МКрМ – максимальный крутящий момент; вМКрМ – время максимального крутящего момента; уМКрМ – угол максимального крутящего момента; Gc – m. Gastrocnemius; Tb – m. Tibialis anterior; *$p<0,05$ – разница статистически достоверна между здоровой и пораженной конечностью.

Таблица 6 – Показатели изокинетической динамометрии и пациентов с радикулопатией S_1 до лечения

Показатели	Основная группа		Контрольная группа	
	Здоровая конечность	Пораженная конечность	Здоровая конечность	Пораженная конечность
ИМ Gc МКрМ (Н/м)	41,14±15,02*	25,95±9,13*	46,89±11,58*	32,53±7,64*
ИМ Gc вМКрМ (с)	2,91±1,37	2,42±1,52	3,82±0,67	3,37±1,23
ИМ Tb МКрМ (Н/м)	29,91±11,99*	22,36±12,45*	30,79±10,99	29,42±12,97
ИМ Tb вМКрМ (с)	1,86±1,20	1,71±0,97	2,41±0,98	2,13±0,84
ИК Экс Gc МКрМ (Н/м)	93,77±56,76	77,09±47,13	124,89±67,9	92,32±53,58
ИК Экс Gc вМКрМ (с)	1,34±0,65	1,28±0,59	1,69±0,49	1,53±0,49
ИК Экс Gc уМКрМ (°)	15,55±5,39	15,05±5,02	18,37±3,18*	14,32±5,28*
ИК Экс Tb МКрМ (Н/м)	42,23±13,66	34,23±14,47	42,68±14,61	36,11±15,59
ИК Экс Tb вМКрМ (с)	1,16±0,46	0,94±0,54	1,50±0,29	1,32±0,34
ИК Экс Tb уМКрМ (°)	17,23±6,91	14,32±6,59	19,16±6,62	16,26±7,89
ИК Кон Gc МКрМ (Н/м)	86,32±54,41	77,86±52,89	137,74±95,94	93,26±54,04
ИК Кон Gc вМКрМ (с)	0,08±0,11*	0,03±0,02*	0,28±0,53*	0,02±0,01*
ИК Кон Gc уМКрМ (°)	10,32±6,61	11,91±5,49	11,47±7,89	8,74±4,21
ИК Кон Tb МКрМ (Н/м)	37,50±15,45	29,41±14,38	36,16±13,13	30,26±14,75
ИК Кон Tb вМКрМ (с)	0,05±0,13	0,01±0,00	0,12±0,16	0,04±0,11
ИК Кон Tb уМКрМ (°)	20,77±7,82	19,91±7,27	24,53±6,69	21,58±4,63

Примечание: ИМ – изометрия; ИК – изокинетика; Кон – концентрика; Экс – эксцентрика; МКрМ – максимальный крутящий момент; вМКрМ – время максимального крутящего момента; уМКрМ – угол максимального крутящего момента; Gc – m. Gastrocnemius; Tb – m. Tibialis anterior; *$p<0,05$ – разница статистически достоверна между здоровой и пораженной конечностью.

Показатели стимуляционной ЭНМГ пораженной конечности у пациентов обследуемых групп до лечения представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели стимуляционной ЭНМГ у пациентов обследуемых групп до лечения

ЭНМГ-показатель	Пораженный корешок, обследуемая группа, период наблюдения					
	L_5		S_1		Суммарно по группе	
	Осн. (n=13)	Контроль (n=12)	Осн. (n=22)	Контроль (n=19)	Осн. (n=35)	Контроль (n=31)
n. Tibialis Резидуальная латентность, мс	3,85±1,19	3,62±0,71	3,28±0,63	3,32±0,76	3,49±0,91	3,44±0,75
Амплитуда М-ответа, мВ	8,84±5,05	5,62±4,14	6,94±5,00	9,32±5,38	7,65±5,03	8,07±5,18
СПИ, м/с	52,55±6,41	50,84±5,79	49,11±6,78	48,86±4,94	50,39±6,76	49,62±5,28
Латентность f-волны, мс	35,49± 7,47	39,44± 7,03	38,41± 7,96	38,11± 6,56	37,33± 7,80	38,57± 6,77
Амплитуда ответа f-волны, мкВ	230,62± 111,72	238,25± 161,48	239,09± 125,36	307,79± 123,27	235,94± 118,87	280,87± 140,94
СПИ, м/с	47,95±4,25	43,27±6,66	47,77±6,93	44,93±4,59	47,84±6,01	43,94±5,18

Анализ клинико-диагностических данных позволил установить, что в подавляющем большинстве случаев пациенты обеих обследованных групп жаловались на боль в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижнюю конечность в 88% случаев. Болевой синдром по ЦРШ соответствовал умеренно выраженной и выраженной интенсивности с невропатическим компонентом.

Помимо непосредственно болевого синдрома большинство пациентов предъявляло жалобы на двигательные нарушения (слабость мышц голени), а также чувствительные нарушения в нижней конечности (онемение, парестезии).

У 96% пациентов определялись миотонические проявления, симптомы натяжения нервных корешков в виде симптома Ласега на пораженной стороне исходно отмечены у всех пациентов.

Проведенное МРТ позволило верифицировать клинический диагноз у всех обследованных пациентов.

С помощью метода ИКД установлено, что у пациентов с радикулопатией функциональное состояние опорно-двигательного аппарата характеризовалась признаками пареза мышц голени.

Клинически выявленный парез мышц голени подтверждался на динамометре. Сложность для хирургического отбора представляют пациенты, у которых при классическом неврологическом тестировании не выявляется слабости индикаторных мышц на фоне умеренного болевого синдрома. Однако при детальном тестировании на изокинетическом динамометре выявляются явные различия силовых характеристик пораженной и здоровой конечности. Таким пациентам рекомендовано оперативное вмешательство, как основной метод патогенетического лечения. Это позволило установить дополнительные показания к оперативному лечению у пациентов с компрессионной радикулопатией на основании данных ИКД, которыми являлись отличие максимального крутящего момента пораженной конечности от здоровой более чем на 20%.

В целом, сочетание болевого синдрома с иррадиацией в конечность, парестезий, мышечной слабости в «индикаторных» мышцах, снижение сухожильных рефлексов позволило, во-первых, клинически диагностировать

компрессионную радикулопатию с преобладающим поражением корешка S_1 вследствие ГМПД L_5-S_1, во-вторых, разработать персонализированные реабилитационные программы для пациентов с компрессионной радикулопатией поясничного отдела позвоночника.

3.2. Оценка эффективности разработанной методики реабилитации нарушенной двигательной функции нижних конечностей после операции по поводу компрессионной радикулопатии

3.3.1. Динамика основных клинико-неврологических показателей в основной и контрольной группах

Одной из ведущих и значимых жалоб пациентов являлась боль в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижнюю конечность. Наличие стойкого выраженного болевого синдрома расценивалось как одно из показаний к оперативному лечению.

Динамические показатели интенсивности болевого синдрома (по ЦРШ) у пациентов обследованных групп до и после оперативного лечения представлены на рисунке 7.

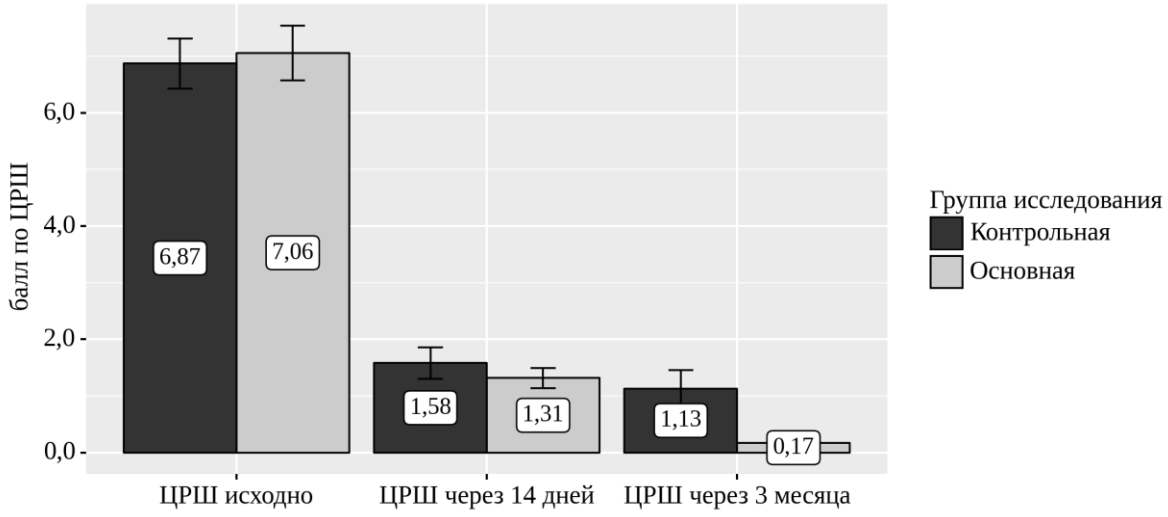


Рисунок 7 – Динамический анализ выраженности болевого синдрома по ЦРШ (в баллах) в зависимости от группы исследования

В динамике отмечено статистически значимое ($p < 0,001$) снижение интенсивности болевого синдрома у пациентов обеих групп через 14 дней после оперативного лечения, эта тенденция сохранялась через 3 месяца, однако у пациентов контрольной группы отмечались легкие проявления болевого синдрома, тогда как в основной группе после проведенных реабилитационных мероприятий интенсивность болевого синдрома была статистически значимо ($p < 0,001$) ниже по сравнению с группой сравнения.

Как представлено в таблице 8, исходно не удалось выявить значимых различий между исследуемыми группами ($p = 0,569$) (используемый метод: t-критерий Стьюдента), также как через 14 дней ($p = 0,102$). Однако через 3 месяца были установлены статистически значимые различия ($p < 0,001$) между группами.

Нами отмечено, что после проведенного оперативного лечения в основной и контрольной группах интенсивность болевого синдрома снизилась на 86% и 71% соответственно, что расценено как существенное улучшение, и объясняется правильным выбором оперативного пособия у пациентов с учетом соблюдения критериев включения и невключения из исследования. Спустя 3 месяца после операции происходило дальнейшее снижение интенсивности болевого синдрома, более выраженное у пациентов основной группы (на 98% и 83%, соответственно), что свидетельствует об эффективности разработанного и примененного метода медицинской реабилитации у пациентов с компрессионной радикулопатией в послеоперационном периоде.

Таблица 8 – Структура болевого синдрома по цифровой рейтинговой шкале

Выраженность боли	Группы обследования, период наблюдения					
	Основная (абс., %)			Контроль (абс., %)		
	Исходно	14 дней	3 месяца	Исходно	14 дней	3 месяца
Отсутствует (0 баллов)	0 (0)	4 (11)	29 (83)	0 (0)	3 (10)	10 (32)
Легкая (1-3 балла)	2 (6)	31 (89)	6 (17)	1 (3)	27 (87)	21 (68)
Умеренная (4-6 баллов)	5 (14)	0 (0)	0 (0)	11 (35)	1 (3)	0 (0)
Выраженная (7-10 баллов)	28 (80)	0 (0)	0 (0)	19 (62)	0 (0)	0 (0)

До лечения у пациентов обеих групп в структуре болевого синдрома преобладали выраженные формы (7-10 баллов по ЦРШ), спустя 14 дней выраженный болевой синдром регрессировал, однако у большинства пациентов сохранялись легкие болевые проявления (1-3 балла по ЦРШ), спустя 3 месяца в основной группе регресс болевого синдрома достигнут чаще по сравнению с контрольной более чем в 2,5 раза (83% и 32% соответственно). В структуре болевого синдрома отмечались только легкие формы.

Сопоставление данных по интенсивности болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника и нижней конечности, полученных после курса реабилитации, показало значимые различия между основной и контрольной группами.

Динамика регресса симптомов натяжения у пациентов обследуемых групп представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Частота встречаемости симптома Ласега

Группы обследования	Количество пациентов и сроки наблюдения		
	Исходно	14 дней	3 месяца
Основная абс.(%)	35 (100)	19 (55)	0 (0)
Контроль абс.(%)	31 (100)	22 (71)	0 (0)

Проведенный анализ результатов комплексной терапии у обследованных пациентов продемонстрировал регресс частоты встречаемости симптомов натяжения в ранние сроки наблюдения (спустя 14 дней) в большей степени у пациентов основной группы о сравнению с контрольной (45% и 29% пациентов соответственно), в отдаленном периоде симптомов натяжения нервных корешков как в основной, так и в контрольной группах не отмечалось, что свидетельствует о значительной эффективности хирургического лечения, направленного на устранение компрессионной радикулопатии.

Степень выраженности симптома Ласега у пациентов обследованных групп представлена на рисунке 8.

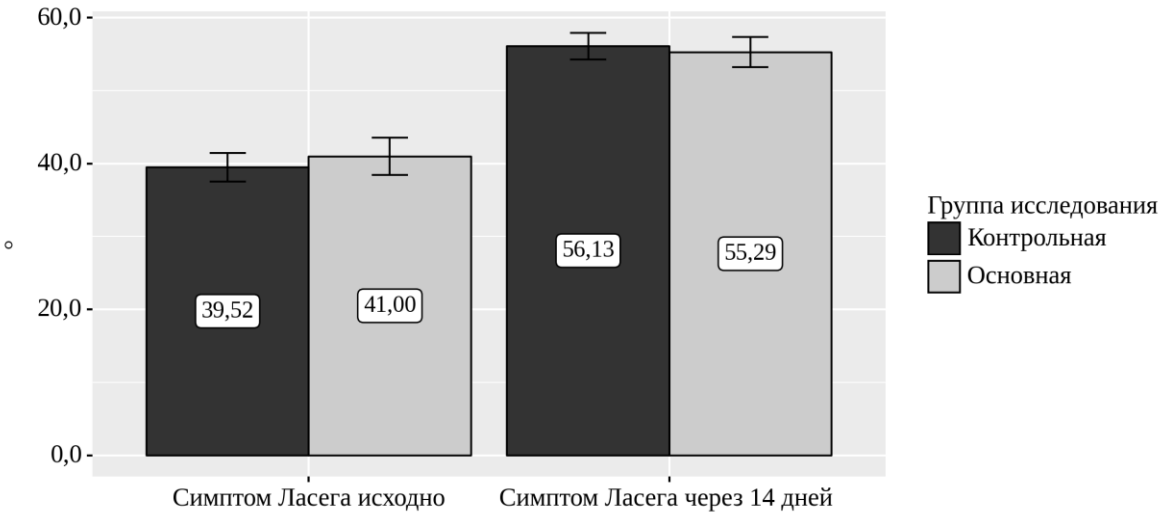


Рисунок 8 – Анализ динамики симптома Ласега в исследуемых группах

Проведенный анализ показал, что исходно и через 14 дней не удалось выявить достоверных ($p<0,001$) различий показателей симптома Ласега между обследуемыми группами, тогда как в динамике спустя 2 недели после операции у пациентов как основной, так и контрольной групп констатировано статистически значимое снижение выраженности симптомов натяжения.

Динамика степени выраженности пареза мышц голени по 6-ти балльной шкале оценки мышечной силы представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Динамика выраженности пареза по 6-балльной шкале оценки мышечной силы

Группа	Степень выраженности пареза (балл)	Количество пациентов абс. (%) и период наблюдения		
		Исходно	14 дней	3 месяца
Основная	0	1 (3)	0	0
	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	9 (26)	3 (9)	0
	4	25 (71)	7 (20)	1 (3)
	5	0	25 (71)	34 (97)
Контроль	0	1 (3)	1 (3)	0
	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	6 (10)	0	0
	4	24 (77)	8 (26)	4 (13)
	5	0	22 (71)	27 (87)

Наблюдение за мануально-мышечными параметрами в динамике позволило установить, что, несмотря на исходно лучшие силовые показатели у пациентов контрольной группы, после проведенного лечения регресс пареза констатирован у 34 (97%) больных основной группы, по сравнению с 27 (87%) – в контрольной. Этот факт также нашел отражение в динамике среднего балла по 6-балльной шкале оценки мышечной силы, что представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Анализ динамики мануально-мышечного тестирования (ММТ) в зависимости от группы исследования и периода наблюдения

Группа исследования	Этапы наблюдения						p
	Исходно		14 дней		3 месяца		
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Контрольная	3,71±0,82 (n=31)	3,41-4,01	4,58±0,96 (n=31)	4,23-4,93	4,87±0,34 (n=31)	4,75-5,00	< 0,001*
Основная	3,63±0,77 (n=35)	3,36-3,89	4,66±0,59 (n=35)	4,45-4,86	4,97±0,17 (n=35)	4,91-5,03	< 0,001*
p	0,681		0,694		0,128		–

Примечание: * p < 0,05 – различия показателей статистически значимы в динамике через 14 дней и 3 месяца в основной и контрольной группах.

При оценке ММТ значимых межгрупповых различий не было выявлено ни на одном этапе исследования: исходно (p = 0,681), через 14 дней (p = 0,694) и 3 месяца (p = 0,128), несмотря на лучшие показатели в основной группе.

Динамическое наблюдение за данным параметром продемонстрировало статистически значимые (p<0,001) изменения по сравнению с исходными показателями у пациентов обеих групп на всех этапах обследования (через 14 дней и 3 месяца).

Полученные данные свидетельствуют о значительной эффективности микродискэктомии, а также разработанного способа реабилитации у пациентов с радикулопатией после проведенного оперативного лечения в аспекте восстановления нарушенных двигательных функций. Данный факт положительно сказывается на функциональных возможностях пациента, а, следовательно, улучшает основные показатели их КЖ.

3.3.2. Динамика показателей стимуляционной электронейромиографии

Электронейромиографическое исследование было проведено 35 (100%) больным основной группы и 31 (100%) пациенту контрольной группы. В исходном состоянии в среднем в 83% случаев ЭНМГ n.Tibialis показала двигательные нарушения.

В послеоперационном периоде (спустя 3 месяца) отмечалась некоторая положительная динамика нейрофизиологических показателей: небольшое снижение латентного периода, нарастание амплитуды ответов и скорости проведения импульса по двигательным аксонам n. Tibialis, что представлено в таблицах 12, 13, 14, однако статистической разницы между анализируемыми параметрами как в сравнении с предоперационными данными, так и в зависимости от реабилитационных мероприятий не отмечалось.

Таблица 12 – Суммарные показатели стимуляционной ЭНМГ в динамике (M±SD)

ЭНМГ-показатели	Обследуемая группа, период наблюдения			
	Исходно		Через 3 месяца	
	Основная (n=35)	Контроль (n=31)	Основная (n=35)	Контроль (n=31)
n. Tibialis резидуальная латентность, мс	3,49±0,91	3,44±0,75	3,29±0,82	3,25±0,59
Амплитуда М-ответа, мВ	7,65±5,03	8,07±5,18	8,76±5,16	8,80±4,95
СПИ, м/с	50,39±6,76	49,62±5,28	50,69±6,93	50,81±4,38

Примечание: СПИ – скорость проведения импульса.

Таблица 13 – Показатели стимуляционной ЭНМГ в динамике (корешок L_5), (M±SD)

ЭНМГ-показатель	Обследуемая группа, период наблюдения			
	Исходно		Через 3 месяца	
	Основная (n=13)	Контроль (n=12)	Основная (n=13)	Контроль (n=12)
n. Tibialis резидуальная латентность, мс	3,85±1,19	3,62±0,71	3,58±1,04	3,42±0,65
Амплитуда М-ответа, мВ	8,84±5,05	5,62±4,14	10,50±5,34	6,65±4,10
СПИ, м/с	52,55±6,41	50,84±5,79	52,54±6,62	52,00±4,22

Примечание: СПИ – скорость проведения импульса.

Таблица 14 – Показатели стимуляционной ЭНМГ в динамике (корешок S_1), (M±SD)

ЭНМГ-показатель	Обследуемая группа, период наблюдения			
	Исходно		Через 3 месяца	
	Основная (n=22)	Контроль (n=19)	Основная (n=22)	Контроль (n=19)
n. Tibialis резидуальная латентность, мс	3,28±0,63	3,32±0,76	3,11±0,62	3,15±0,55
Амплитуда М-ответа, мВ	6,94±5,00	9,32±5,38	7,73±4,87	10,16±5,06
СПИ, м/с	49,11±6,78	48,86±4,94	49,59±7,02	50,05±4,42

Примечание: СПИ – скорость проведения импульса.

Данные таблиц 12, 13 и 14 свидетельствуют о том, что статистически значимых отличий в изучаемых показателях как по сравнению с исходными значениями, так и в значимости от обследуемой группы не отмечалось, следовательно, объективно оценить динамику восстановления мышечной силы в послеоперационном периоде по данным стимуляционной ЭНМГ в данные сроки не представляется возможным.

Нами также было проведено изучение основных параметров F-волн, свидетельствующих о состоянии аксонов (Таблица 15).

Таблица 15 – Основные параметры F-волн (M±SD)

Группа обследования, период наблюдения	Спинно-мозговой корешок	Латентный период, мс	Амплитуда ответа, мкВ	СПИ, м/с
Основная, исходно (n=35)	L_5 (n=13)	35,49± 7,47	230,62± 111,72	47,95± 4,25
	S_1 (n=22)	38,41± 7,96	239,09± 125,36	47,77± 6,93
Контроль, исходно (n=31)	L_5 (n=12)	39,44± 7,03	238,25± 161,48	43,27± 6,66
	S_1 (n=19)	38,11± 6,56	307,79± 123,27	44,93± 4,59
Основная, 3 месяца (n=35)	L_5 (n=13)	33,85± 7,32	234,62± 116,83	46,92± 3,64
	S_1 (n=22)	36,73± 7,77	243,41± 134,96	48,59± 4,69
Контроль, 3 месяца (n=31)	L_5 (n=12)	37,75± 7,01	262,00± 124,27	44,00± 4,05
	S_1 (n=19)	37,11± 6,14	316,58± 104,41	45,32± 3,50

Примечание: СПИ – скорость проведения импульса.

Сравнительный анализ параметров F-волн по стимуляционной ЭНМГ показал, что разница показателей была статистически незначима ($p>0,05$) по сравнению с исходными данными. Однако именно патогенетической терапии в форме устранения компрессии нервного корешка хирургическим путем с последующими реабилитационными мероприятиями у пациентов основной группы.

Мониторинг электронейромиографических данных свидетельствовал о том, что существенных изменений показателей стимуляционной ЭНМГ в динамике не наблюдалось.

3.3.3. Динамика показателей изокинетической динамометрии в основной и контрольной группах

Проведенные исследования до и после оперативного лечения, а также в отдаленные сроки наблюдения (до операции, через 14 дней и 3 месяца) выявили отличия в динамике показателей ИКД икроножной и передней большеберцовой мышц при компрессии корешка L_5 и S_1 пораженной и здоровой конечностей у пациентов основной и контрольной групп.

Оценка показателя **максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius пораженной конечности** в динамике показала его статистически значимое ($p<0,001$) увеличение у пациентов обеих групп как компрессией корешка L_5, так и с компрессией корешка S_1 (Рисунок 9).

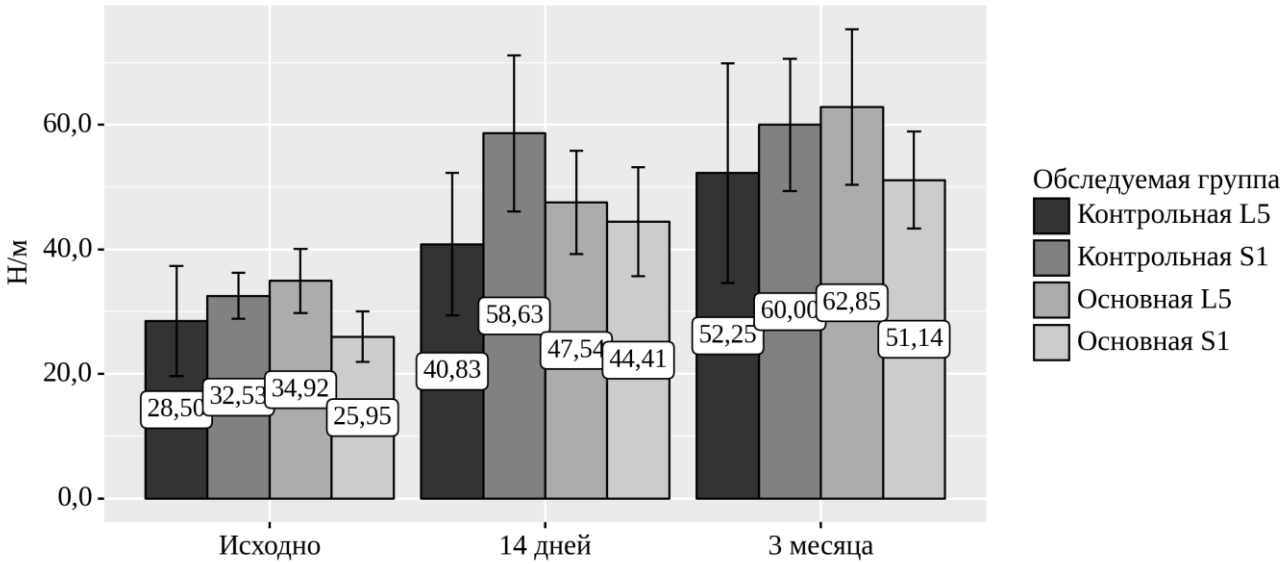


Рисунок 9 – Анализ динамики времени максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius пораженной конечности

При анализе показателя **времени максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius пораженной конечности** спустя 3 месяца отмечены статистически значимые ($p<0,001$) различия у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка S_1 с уменьшением показателя в основной группе. Оценка данного показателя в динамике по сравнению с исходными значениями не показала статистически значимых изменений.

Оценка показателя **максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior пораженной конечности** в динамике у пациентов *основной и контрольной групп с компрессией корешков L_5 и S_1* показала его статистически значимое ($p<0,001$) *увеличение* спустя 3 месяца (Рисунок 10).

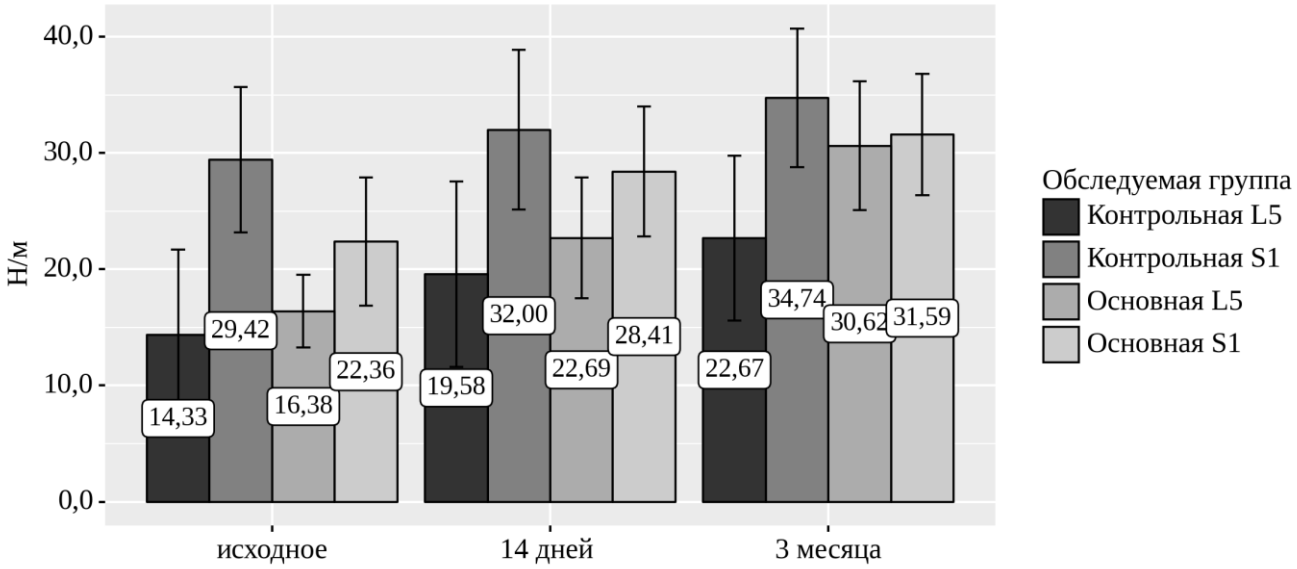


Рисунок 10 – Анализ динамики времени максимального крутящего момента изометрии m. tibialis anterior пораженной конечности

При анализе показателя **времени максимального крутящего момента изометрии m. tibialis anterior пораженной конечности** спустя 3 месяца отмечены статистически значимые ($p < 0,001$) различия у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка S_1 с уменьшением показателя в основной группе. Оценка данного показателя в динамике у пациентов *основной группы с компрессией корешка L_5 и контрольной группы с компрессией корешка S_1* показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *увеличение* спустя 3 месяца (Таблица 16).

Таблица 16 – Анализ динамики времени максимального крутящего момента изометрии m. tibialis anterior пораженной конечности

Обследуемые группы	Этапы наблюдения						p
	исходное		14 дней		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Контрольная L_5	1,33±0,99 (n=12)	0,70-1,96	1,81±0,93 (n=12)	1,22-2,40	1,77±0,95 (n=12)	1,16-2,37	0,113
Контрольная S_1	2,13±0,84 (n=19)	1,73-2,53	1,95±0,94 (n=19)	1,50-2,41	2,34±1,01 (n=19)	1,85-2,82	0,038* $p_{14\text{ дней} - 3\text{ месяца}}$ = 0,023
Основная L_5	0,92±0,76 (n=13)	0,47-1,38	1,60±1,31 (n=13)	0,80-2,39	2,00±0,69 (n=13)	1,58-2,42	< 0,001* $p_{3\text{ месяца} - \text{исходное}}$ < 0,001

Продолжение таблицы 16							
Основная S_1	1,71±0,97 (n=22)	1,28-2,14	1,67±0,77 (n=22)	1,33-2,01	1,26±1,06 (n=22)	0,79-1,73	0,171
p	>0,05		>0,05		$p_{\text{Контрольная S1 – Основная S1}}$ = 0,004*		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Оценка показателя **максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности** в динамике у пациентов *основной и контрольной групп с компрессией корешков L_5 и S* показала его статистически значимое (p<0,001) *увеличение* спустя 3 месяца (Рисунок 11).

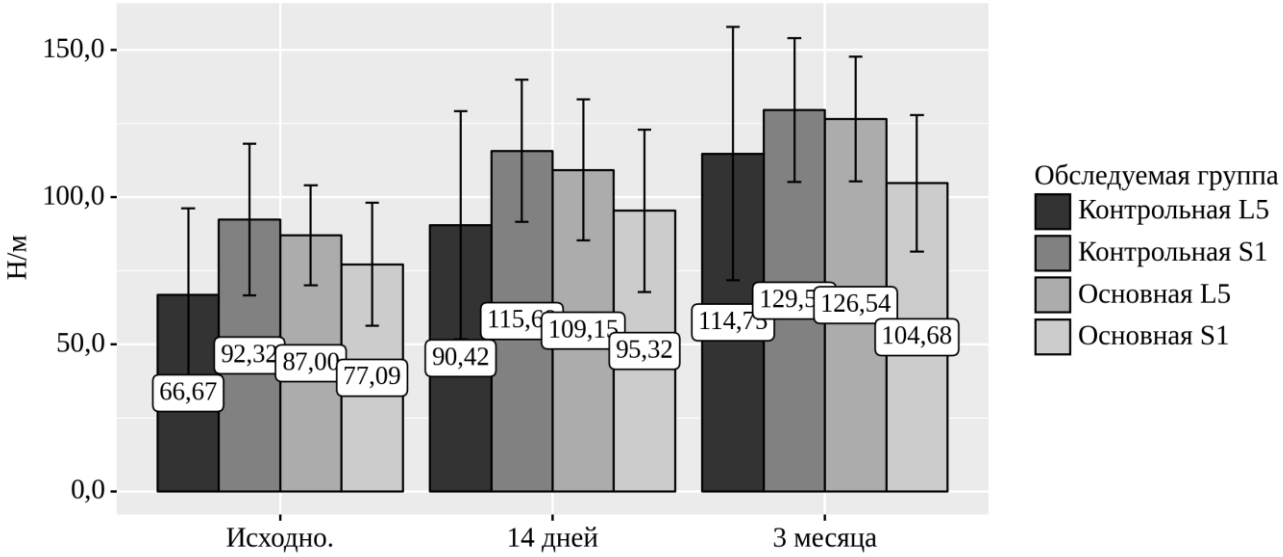


Рисунок 11 – Анализ динамики **времени максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности**

При анализе показателя **времени максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности** спустя 3 месяца отмечены статистически значимые (p < 0,001) различия у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка S_1 с уменьшением показателя в основной группе. Оценка данного показателя в динамике у пациентов *основной группы с компрессией корешков L_5, S_1, а также и контрольной группы с компрессией корешка S_1* показала его статистически значимое (p < 0,001) *увеличение* спустя 3 месяца (Таблица 17).

Таблица 17 – Анализ динамики времени максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности

Обследуемая группа	Этапы наблюдения						p
	Исходно		14 дней		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Контрольная L_5	0,96±0,59 (n=12)	0,58-1,33	1,11±0,76 (n=12)	0,63-1,60	1,27±1,11 (n=12)	0,56-1,98	0,266
Контрольная S_1	1,53±0,49 (n=19)	1,30-1,77	1,58±0,37 (n=19)	1,40-1,76	2,30±0,99 (n=19)	1,82-2,77	0,006*
Основная L_5	1,36±0,32 (n=13)	1,17-1,56	1,57±0,24 (n=13)	1,42-1,72	1,73±0,16 (n=13)	1,63-1,82	< 0,001* $p_{14\ дней\ –\ исходное}$ = 0,003 $p_{3\ месяца\ –\ исходное}$ = 0,003
Основная S_1	1,28±0,59 (n=22)	1,02-1,54	1,36±0,58 (n=22)	1,11-1,62	1,46±0,63 (n=22)	1,18-1,74	0,010*
p	>0,05		>0,05		$p_{Контрольная\ S1\ –\ Основная\ S1}$ = 0,008		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

При анализе показателя **угла максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности** спустя 3 месяца отмечены статистически значимые (p<0,001) различия у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка L_5 с увлечением показателя в основной группе. Оценка данного показателя в динамике у пациентов *основной и контрольной группы с компрессией корешка* L_5 показала его статистически значимое (p < 0,001) *увеличение* спустя 3 месяца (Таблица 18).

Таблица 18 – Анализ динамики угла максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности

Обследуемая группа	Этапы наблюдения						p
	исходное		14 дней		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Контрольная L_5	7,75±6,02 (n=12)	3,93-11,57	13,67±7,82 (n=12)	8,70-18,64	12,83±5,84 (n=12)	9,12-16,55	0,004* $p_{14\ дней\ –\ исходное}$ = 0,040 $p_{3\ месяца\ –\ исходное}$ = 0,040

Продолжение таблицы 18							
Контрольная S_1	14,32±5,28 (n=19)	11,77-16,86	12,84±5,68 (n=19)	10,10-15,58	15,63±6,58 (n=19)	12,46-18,81	0,038* $p_{14\ дней\ –\ 3\ месяца}$ = 0,011
Основная L_5	12,00±6,20 (n=13)	8,25-15,75	16,77±8,16 (n=13)	11,84-21,70	20,69±4,35 (n=13)	18,07-23,32	< 0,001* $p_{14\ дней\ –\ исходное}$ = 0,013 $p_{3\ месяца\ –\ исходное}$ = 0,004
Основная S_1	15,05±5,02 (n=22)	12,82-17,27	16,32±5,29 (n=22)	13,97-18,66	14,68±4,61 (n=22)	12,64-16,73	0,185
p	>0,05		>0,05		$p_{Контрольная\ L5\ –\ Основная\ L5}$ = 0,003		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Оценка показателя **максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности** в динамике у пациентов *как основной, так и контрольной групп с компрессией корешков L_5, S_1* показала его статистически значимое (p < 0,001) у*величение* на различных этапах наблюдения (через 14 дней и 3 месяца) (Рисунок 12).

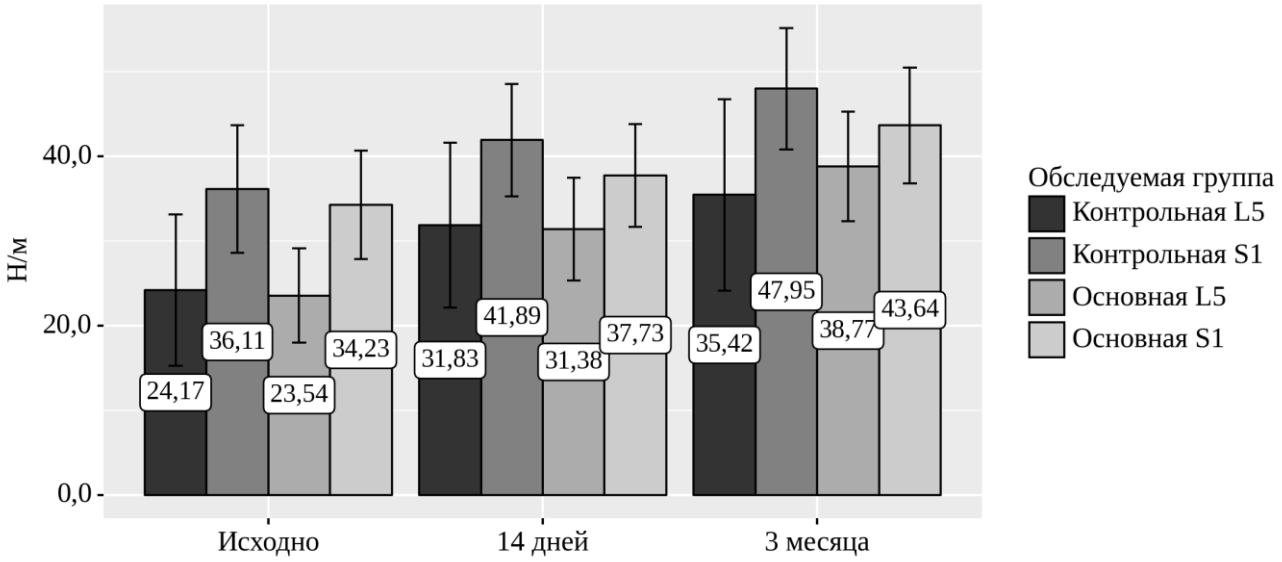


Рисунок 12 – Анализ динамики максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности

При анализе показателя **времени максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности** спустя 14 дней отмечены статистически значимые (p < 0,001) различия у пациентов

основной и контрольной групп с компрессией корешка S_1 с уменьшением показателя в основной группе. Оценка данного показателя в динамике у пациентов *основной группы с компрессией корешков L_5, S_1 и контрольной группы с компрессией корешка S_1* показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *увеличение* спустя 3 месяца (Таблица 19).

Таблица 19 – Анализ динамики времени максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности

Обследуемая группа	Этапы наблюдения						p
	Исходно		14 дней		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M± SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Контрольная L_5	1,19±0,72 (n=12)	0,74-1,65	1,33±0,74 (n=12)	0,86-1,80	1,38±0,90 (n=12)	0,81-1,95	0,369
Контрольная S_1	1,32±0,34 (n=19)	1,16-1,48	1,64±0,50 (n=19)	1,40-1,89	1,92±1,04 (n=19)	1,42-2,42	< 0,001* $p_{14\ дней\ –\ Исходно}$ < 0,001 $p_{3\ месяца\ –\ Исходно}$ = 0,008
Основная L_5	1,09±0,36 (n=13)	0,87-1,31	1,43±0,27 (n=13)	1,27-1,59	1,49±0,21 (n=13)	1,37-1,62	< 0,001* $p_{14\ дней\ –\ Исходно}$ = 0,005 $p_{3\ месяца\ –\ Исходно}$ = 0,003
Основная S1	0,93±0,54 (n=22)	0,69-1,18	1,04±0,45 (n=22)	0,84-1,24	1,30±0,42 (n=22)	1,12-1,49	0,002* $p_{14\ дней\ –\ 3\ месяца}$ = 0,023 $p_{3\ месяца\ –\ Исходно}$ = 0,008
p	0,107		$p_{Контрольная\ S1\ –\ Основная\ S1}$ = 0,002		0,053		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Оценка показателя **угла максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности** в динамике у пациентов как *основной, так и контрольной групп с компрессией корешков L_5, S_1* показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *увеличение* на различных этапах наблюдения (через 14 дней и 3 месяца) (Рисунок 13).

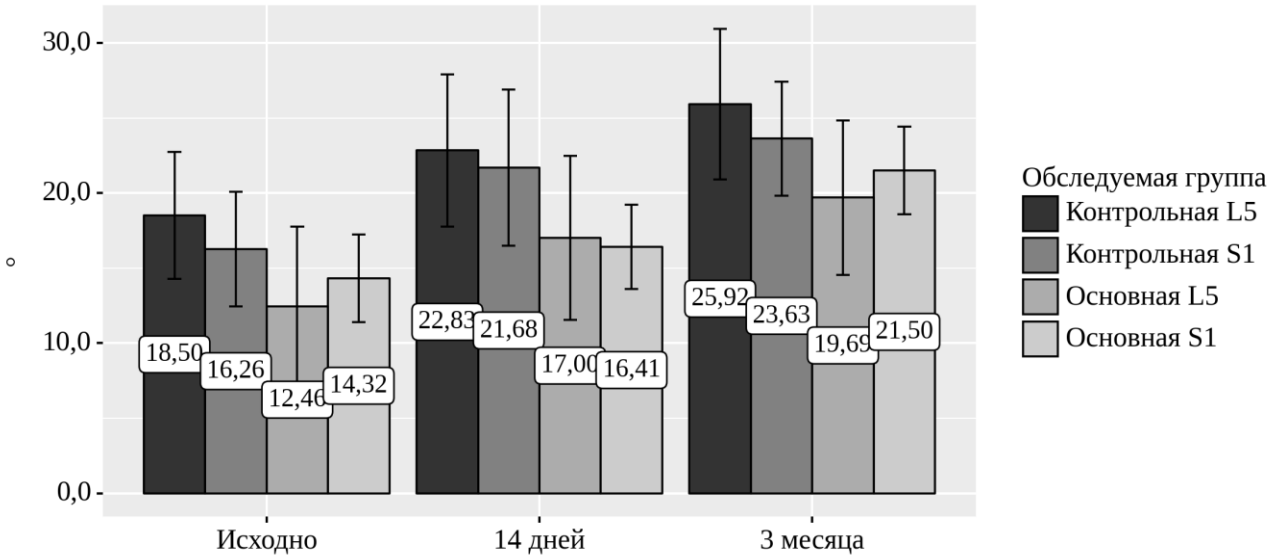


Рисунок 13 – Анализ динамики угла максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности

Оценка показателя **максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности** в динамике у пациентов как *основной, так и контрольной групп с компрессией корешков* L_5, S_1 показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *увеличение* на различных этапах наблюдения (через 14 дней и 3 месяца) (Рисунок 14).

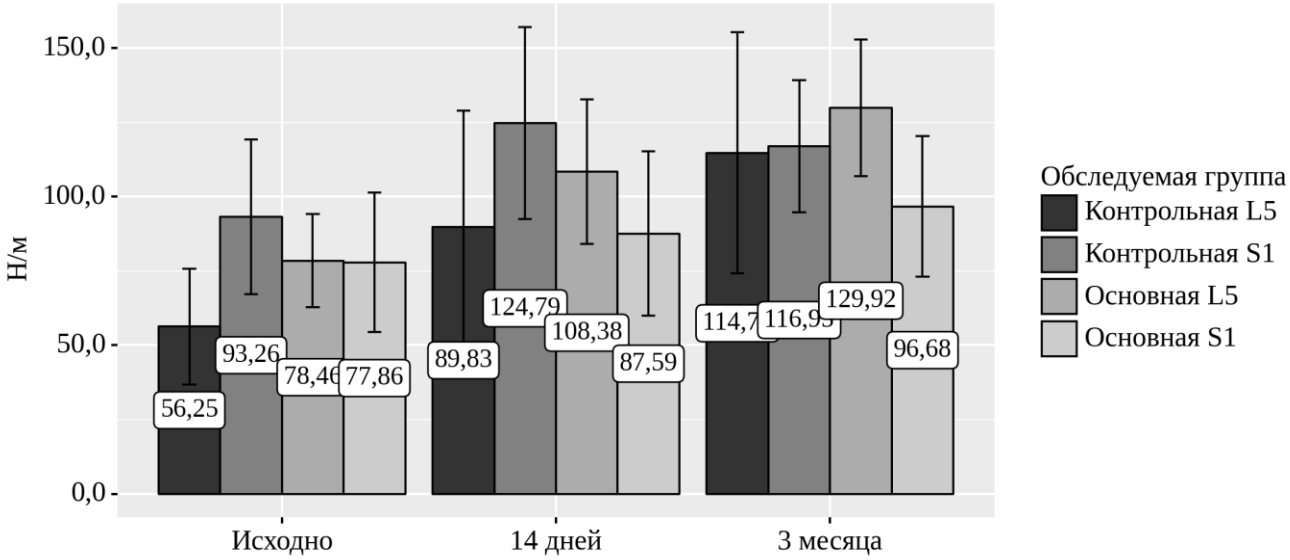


Рисунок 14 – Анализ динамики максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности

Оценка показателя **времени максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности** в динамике у пациентов *основной группы с компрессией корешка S_1* показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *увеличение* через 3 месяца (рисунок 15).

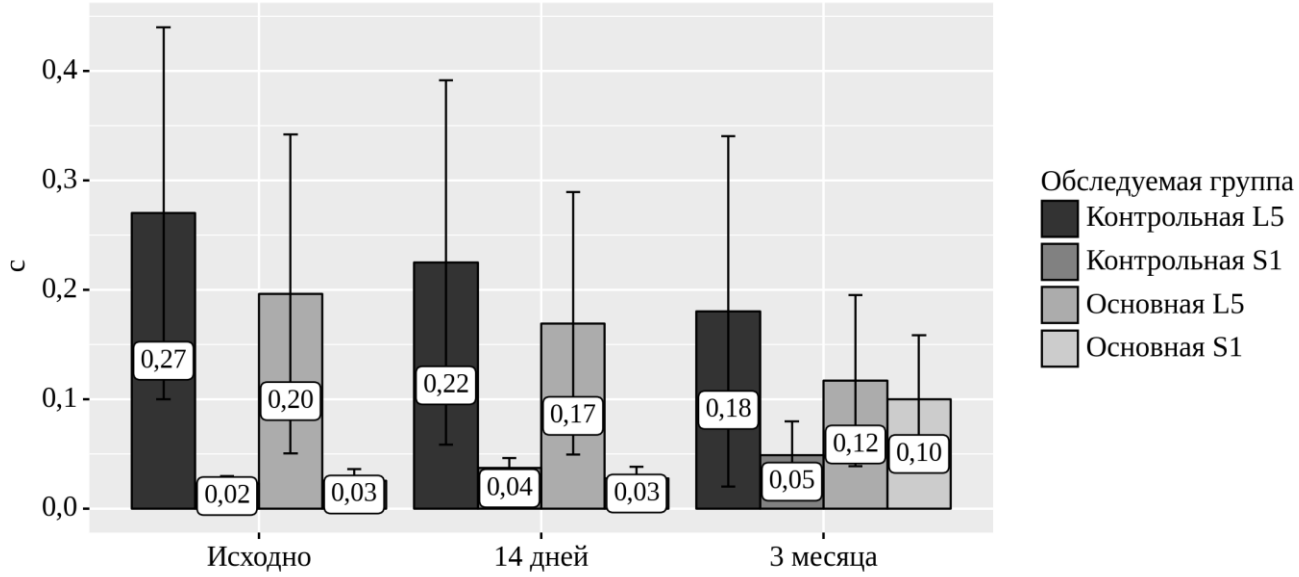


Рисунок 15 – Анализ динамики времени максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности

При анализе показателя **угла максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности** спустя 3 месяца отмечены статистически значимые ($p < 0,001$) различия у пациентов основной и контрольной групп с компрессией корешка L_5 с увеличением показателя в основной группе. Оценка данного показателя в динамике у пациентов *основной группы с компрессией корешка S_1* показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *снижение* через 3 месяца (Рисунок 16).

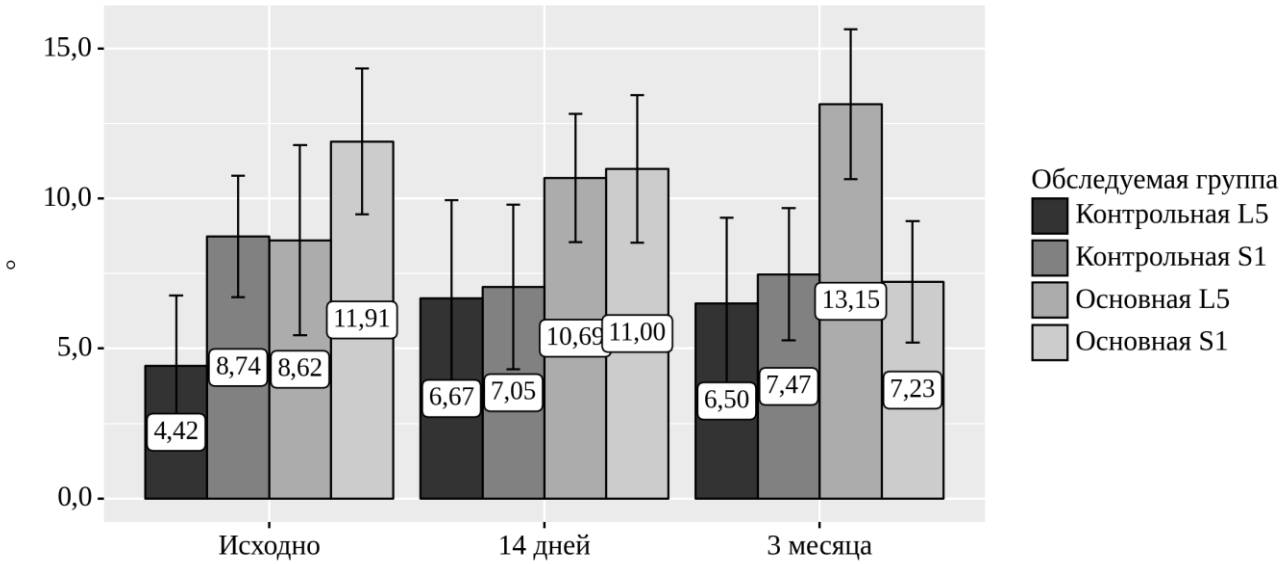


Рисунок 16 – Анализ динамики угла максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnemius пораженной конечности

Оценка показателя **максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности** в динамике у пациентов как *основной, так и контрольной групп с компрессией корешков* L_5, S_1 показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *увеличение* на различных этапах наблюдения (через 14 дней и 3 месяца) (Рисунок 17).

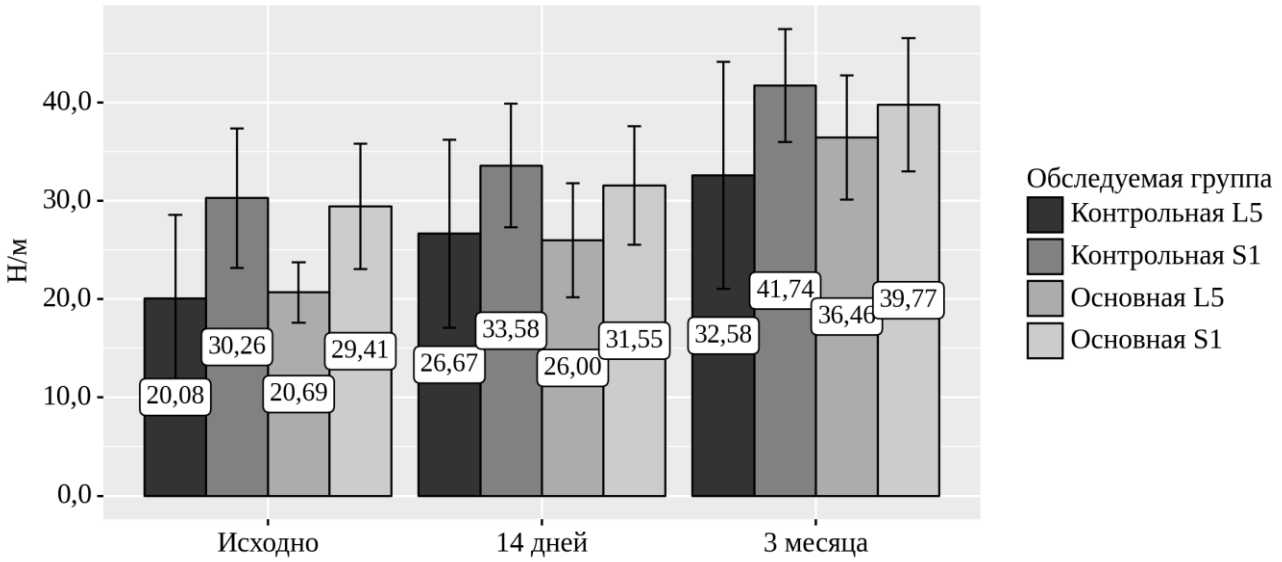


Рисунок 17 – Анализ динамики максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности

При анализе показателя **времени максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности** исходно, спустя 14 дней и 3 месяца не удалось выявить статистически значимых различий между обследуемыми группами.

Оценка показателя **угла максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior пораженной конечности** в динамике у пациентов *основной группы с компрессией корешка L_5, а также контрольной группы с компрессией корешков L_5, S_1* показала его статистически значимое ($p < 0,001$) *увеличение* через 3 месяца (Рисунок 18).

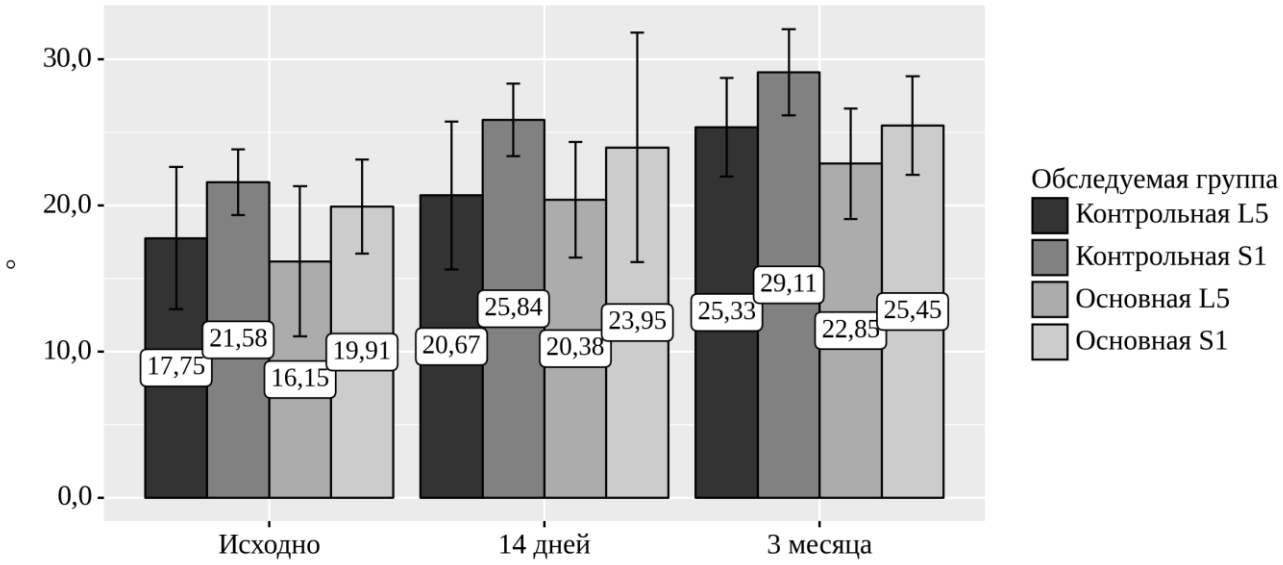


Рисунок 18 – Анализ динамики Б ИК Кон Tb уМКрМ в зависимости от обследуемой группы

В процессе динамического наблюдения за изучаемыми показателями ИКД икроножной и передней большеберцовой мышцы **пораженной конечности** выявлено, что в основной группе у пациентов как с компрессией корешка L_5, так и с компрессией корешка S_1 в динамике статистически значимо ($p < 0,001$) изменялись все оцениваемые показатели кроме времени максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior, а также времени максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius.

В тоже время у больных контрольной группы как с компрессией корешка L_5, так и с компрессией корешка S_1 в динамике не отмечалось статистически значимых изменений большего количества показателей ИКД, а именно ИМ Gc вМКрМ, ИК Кон Gc вМКрМ, ИК Кон Gc уМКрМ, ИК Кон Tb вМКрМ. Помимо этого, у пациентов контрольной группы с компрессией корешка L_5 не отмечалось статистически значимых динамических изменений показателей времени максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior, а также времени максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius, а у пациентов контрольной группы с компрессией корешка S_1 – угла максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnemius.

При этом показатели ИК Экс Tb МКрМ, ИК Экс Tb уМКрМ, ИК Кон Gc МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ статически значимо изменялись уже через 14 дней как у пациентов основной, так и у пациентов контрольной групп.

Сравнительная оценка показателей ИКД пораженной конечности у пациентов обеих групп на различных этапах наблюдения позволила выявить статистически значимую ($p < 0,001$) разницу следующих показателей: у пациентов основной группы с компрессией корешка S_1 показатель ИМ Gc вМКрМ, ИМ Tb вМКрМ, ИК Экс Gc вМКрМ, ИК Экс Tb вМКрМ достоверно меньше по сравнению с показателями контрольной группы, у пациентов основной группы с компрессией корешка L_5 показатель ИК Экс Gc уМКрМ, ИК Кон Gc уМКрМ достоверно больше по сравнению с показателями контрольной группы.

В процессе динамического наблюдения за изучаемыми показателями ИКД икроножной и передней большеберцовой мышцы **здоровой конечности** выявлено, что в **основной группе** у пациентов как с компрессией корешка L_5, так и с компрессией корешка S_1 также наблюдались статистически значимые изменения ряда показателей. У пациентов основной группы с компрессией корешка L_5 статистически значимо изменялись: ИМ Tb вМКрМ, ИК Экс Gc вМКрМ, ИК Экс Gc уМКрМ, ИК Экс Tb МКрМ, ИК Экс Tb вМКрМ . ИК Экс Tb уМКрМ, ИК Кон Gc МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ, ИК Кон Tb вМКрМ. У пациентов основной группы с компрессией корешка S_1 статистически значимо изменялись:

ИМ Gc МКрМ, ИМ Gc вМКрМ, ИК Экс Gc МКрМ, ИК Экс Gc вМКрМ, ИК Экс Tb МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ, ИК Кон Tb уМКрМ

У больных контрольной группы более значимые изменения показателей интактной конечности наблюдались в большей степени у пациентов контрольной группы с компрессией корешка S_1, а именно ИМ Gc МКрМ, ИМ Tb МКрМ, ИК Экс Gc вМКрМ, ИК Экс Tb МКрМ, ИК Экс Tb вМКрМ, ИК Экс Tb уМКрМ, ИК Кон Tb МКрМ. У пациентов контрольной группы с компрессией корешка L_5 изменялись следующие показатели: ИМ Tb МКрМ, ИК Экс Tb МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ, ИК Кон Tb уМКрМ.

Проведенный в сравнительном аспекте мониторинг показателей ИКД интактной конечности у пациентов позволил выявить статистически значимую ($p < 0,001$) положительную динамику в основной группе при межгрупповых различиях по вМКрМ и уМКрМ изучаемых мышц, что указывает на улучшение функции не только пораженной, но и здоровой конечности в результате проводимых реабилитационных мероприятий.

Представило интерес оценить степень восстановления мышечной силы поражённой конечности в отдаленном периоде по сравнению с интактной конечностью. Для этого проведен сравнительный анализ показателей ИКД икроножной и передней большеберцовой мышц здоровой и пораженной конечности у пациентов основной и контрольной групп исходно и через 3 месяца.

Проведя предшествующие диагностические исследования показателей ИКД, установлена наибольшая диагностическая ценность показателя максимального КРМ, в связи с чем представленна сравнительная оценка ИМ Gc МКрМ (Н/м)ИМ Tb МКрМ (Н/м) ИК Экс Gc МКрМ (Н/м) ИК Экс Tb МКрМ (Н/м) ИК Кон Gc МКрМ (Н/м) ИК Кон Tb МКрМ (Н/м) интактной и пораженной конечности у пациентов основной и контрольной групп.

Был выполнен сравнительный анализ основных показателей ИКД интактной и пораженной конечности у пациентов **основной группы** при компрессии корешка L_5 в динамике: исходно и спустя 3 месяца (Таблица 20).

Таблица 20 – Показатели изокинетической динамометрии здоровой и пораженной конечности при компрессии корешка L_5 у пациентов основной группы исходно и через 3 месяца

Заинтересованная конечность	Пораженная конечность (n=13)		Здоровая конечность (n=13)	
Показатель	Исходно	3 месяца	Исходно	3 месяца
ИМ Gc МКрМ (Н/м)	34,92±8,55*	62,85±20,72”	49,54±10,49	57,08±12,02
ИМ Gc вМКрМ (с)	2,81±1,33	3,05±1,17	3,32±0,94	2,74±1,15
ИМ Tb МКрМ (Н/м)	16,38±5,16*	30,62±9,16*”	33,46±11,93*	38,62±9,40
ИМ Tb вМКрМ (с)	0,92±0,76*	2,00±0,69”	2,16±0,62	1,84±0,70”
ИК Экс Gc МКрМ (Н/м)	87,00±28,01	126,54±35,00”	106,54±41,08	128,62±47,53”
ИК Экс Gc вМКрМ (с)	1,36±0,32	1,73±0,16”	1,46±0,24	1,77±0,20”
ИК Экс Gc уМКрМ (°)	12,00±6,20*	20,69±4,35”	16,31±3,25*	21,38±3,66”
ИК Экс Tb МКрМ (Н/м)	23,54±9,26*	38,77±10,73”	42,23±16,72*	49,18±18,76”
ИК Экс Tb вМКрМ (с)	1,09±0,36	1,49±0,21”	1,30±0,25	1,58±0,24”
ИК Экс Tb уМКрМ (°)	12,46±8,76	19,69±8,52”	14,46±4,74	19,00±6,43”
ИК Кон Gc МКрМ (Н/м)	78,46±25,93	129,92±38,02”	93,38±46,50	120,38±56,21”
ИК Кон Gc вМКрМ (с)	0,20±0,24	0,12±0,13	0,14±0,13	0,06±0,05
ИК Кон Gc уМКрМ (°)	8,62±5,25	13,15±4,14	9,38±4,27	13,77±4,78
ИК Кон Tb МКрМ (Н/м)	20,69±5,09*	36,46±10,45*”	39,46±16,00*	48,62±15,91*”
ИК Кон Tb вМКрМ (с)	0,08±0,10	0,01±0,01	0,03±0,05	0,02±0,02
ИК Кон Tb уМКрМ (°)	16,15±8,50	22,85±6,27”	18,77±4,40	23,08±7,39”

Примечание: * $p<0,05$ – разница достоверна между здоровой и пораженной конечностью;
“ $p<0,05$ – разница достоверна в динамике (исходно – 3 месяца).

Исходно при сравнении здоровой и пораженной конечности отмечена статистически значимая ($p < 0,001$) разница следующих показателей: ИМ Gc МКрМ, ИМ Tb МКрМ, ИМ Tb вМКрМ, ИК Экс Gc уМКрМ, ИК Экс Tb МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ, значения которых были достоверно ниже в пораженной конечности.

Спустя 3 месяца отмечалось восстановление функции пораженной конечности, что проявлялось нарастанием указанных показателей до уровня здоровой конечности, однако параметры ИМ Tb МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ несмотря на общую положительную динамику оставались ниже аналогичных показателей здоровой стороны.

1. Динамический анализ показателя ИМ Gc МКрМ здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка L_5 представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius

Конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	49,54±10,49 (n=13)	43,20-55,88	57,08±12,02 (n=13)	49,81-64,34	0,138
Пораженная конечность	34,92±8,55 (n=13)	29,76-40,09	62,85±20,72 (n=13)	50,33-75,37	< 0,001*
p	< 0,001*		0,394		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Проведенный анализ показал, что исходно были установлены существенные статистические различия (p < 0,001), через 3 месяца не удалось установить статистически значимых различий (p = 0,394). В динамике было выявлено статистически значимое (p < 0,001) увеличение данного показателя пораженной конечности (Рисунок 19).

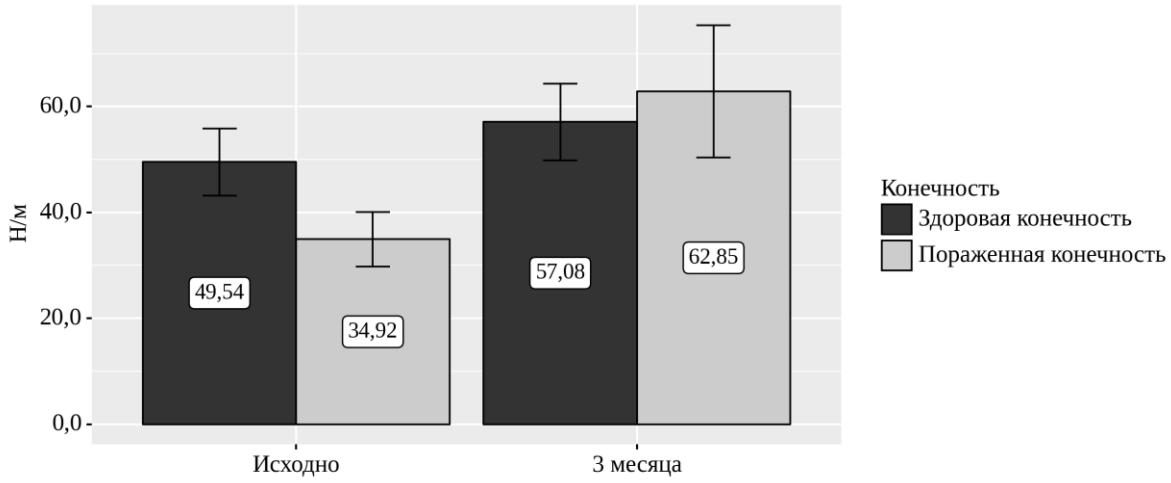


Рисунок 19 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius

2. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior (ИМ Tb МКрМ) здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка L_5 представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior здоровой и пораженной конечностей

Конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	33,46±11,93 (n=13)	26,25-40,67	38,62±9,40 (n=13)	32,93-44,30	0,102
Пораженная конечность	16,38±5,16 (n=13)	13,27-19,50	30,62±9,16 (n=13)	25,08-36,15	< 0,001*
p	< 0,001*		0,038*		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

При сравнении показателя исходно были выявлены существенные статистические различия (p < 0,001) между здоровой и пораженной стороной, в динамике отмечено статистически значимое (p < 0,001) увеличение параметра через 3 месяца в пораженной конечности, однако сохранялась статистически значимая (p = 0,038) разница между здоровой и пораженной конечностью к концу периода наблюдения, что говорит о необходимости проведения дальнейших реабилитационных мероприятий у пациентов с компрессией корешка L_5 (Рисунок 20).

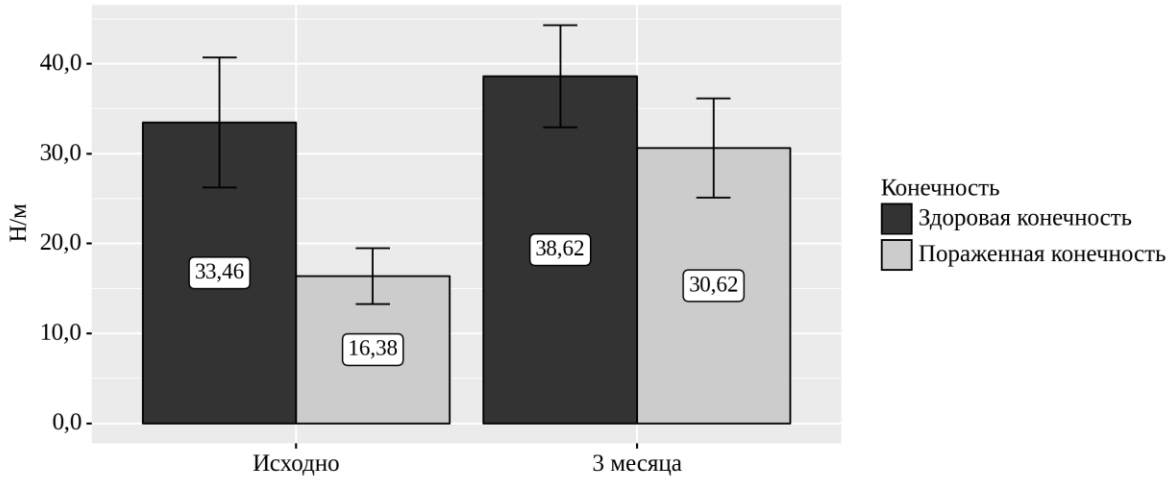


Рисунок 20 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior здоровой и пораженной конечностей

3. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnenius (ИК Экс Gc МкрМ) здоровой и

пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка L_5 представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnenius

Конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	106,54± 41,08 (n=13)	81,71-131,37	128,62±47,53 (n=13)	99,89-157,34	0,051
Пораженная конечность	87,00±28,01 (n=13)	70,07-103,93	126,54±35,00 (n=13)	105,39-147,69	0,002*
p	0,169		0,900		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

В ходе анализа показателя исходно и через 3 месяца не удалось установить статистически значимых различий между здоровой и пораженной конечностью (p = 0,169, p = 0,900, соответственно). В динамике отмечено статистически значимое (p = 0,002) нарастание показателя в пораженной конечности через 3 месяца (Рисунок 21).

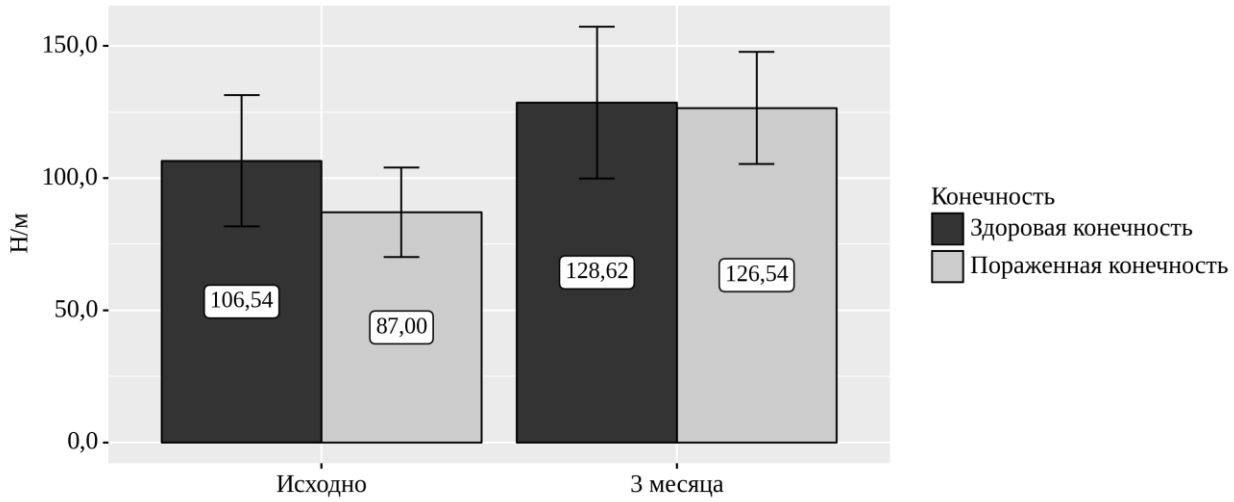


Рисунок 21 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnenius здоровой и пораженной стороны

4. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior (ИК Экс Tb МкрМ) здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка L_5 представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior здоровой и пораженной стороны

Конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	42,23±16,72 (n=13)	32,13-52,33	49,18±18,76 (n=13)	37,85-60,52	0,053
Пораженная конечность	23,54±9,26 (n=13)	17,94-29,13	38,77±10,73 (n=13)	32,28-45,25	< 0,001*
p	0,002*		0,095		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

При сравнении показателя исходно были установлены существенные статистические различия (p = 0,002) между интактной и пораженной стороной, через 3 месяца статистически значимых различий между сторонами не отмечалось (p = 0,095). В динамике отмечено статистически значимое (p < 0,001) увеличение данного показателя пораженной конечности (Рисунок 22).

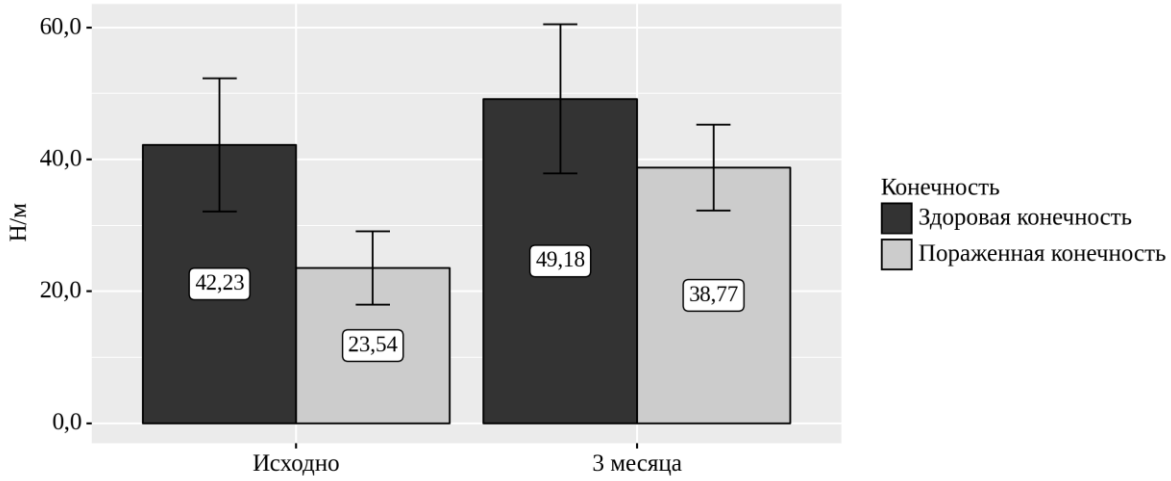


Рисунок 22 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior здоровой и пораженной стороны

5. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnenius (ИК Кон Gc МкрМ) здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка L5 представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnenius здоровой и пораженной стороны в зависимости от показателя «Конечность»

Конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	93,38±46,50 (n=13)	65,29-121,48	120,38±56,21 (n=13)	86,42-154,35	0,011*
Пораженная конечность	78,46±25,93 (n=13)	62,79-94,13	129,92±38,02 (n=13)	106,95-152,90	< 0,001*
p	0,322		0,617		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Согласно полученным данным, исходно и через 3 месяца не удалось выявить статистически значимых различий между здоровой и пораженной стороной.

В динамике спустя 3 месяца отмечено статистически значимое (p<0,001) увеличение показателя как здоровой, так и пораженной стороны (Рисунок 23).

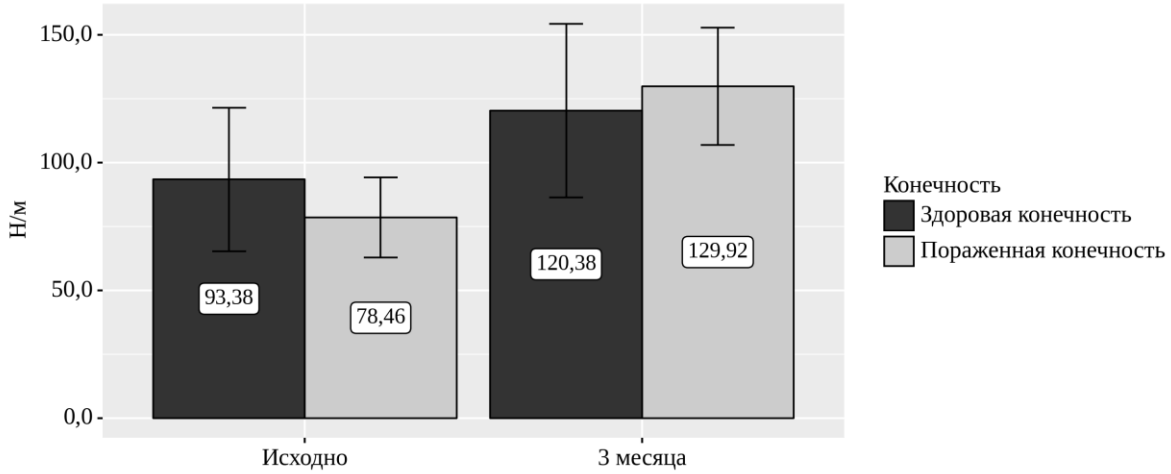


Рисунок 23 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnenius здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы

6. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior (ИК Кон Tb МкрМ) здоровой и

пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка L_5 представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы

Конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	39,46±16,00 (n=13)	29,79-49,13	48,62±15,91 (n=13)	39,00-58,23	0,013*
Пораженная конечность	20,69±5,09 (n=13)	17,62-23,77	36,46±10,45 (n=13)	30,14-42,78	< 0,001*
p	< 0,001*		0,030*		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

При сравнении исходно были установлены статистически значимые различия (p < 0,001) между интактной и пораженной конечностью. В динамике отмечалось статистически значимое (p < 0,001) увеличение показателя, как в основной, так и в контрольной группах, однако, несмотря на общую положительную динамику, спустя 3 месяца показатель интактной конечности превосходил соответствующее значение пораженной стороны, что говорит о необходимости проведения дальнейших реабилитационных мероприятий (Рисунок 24).

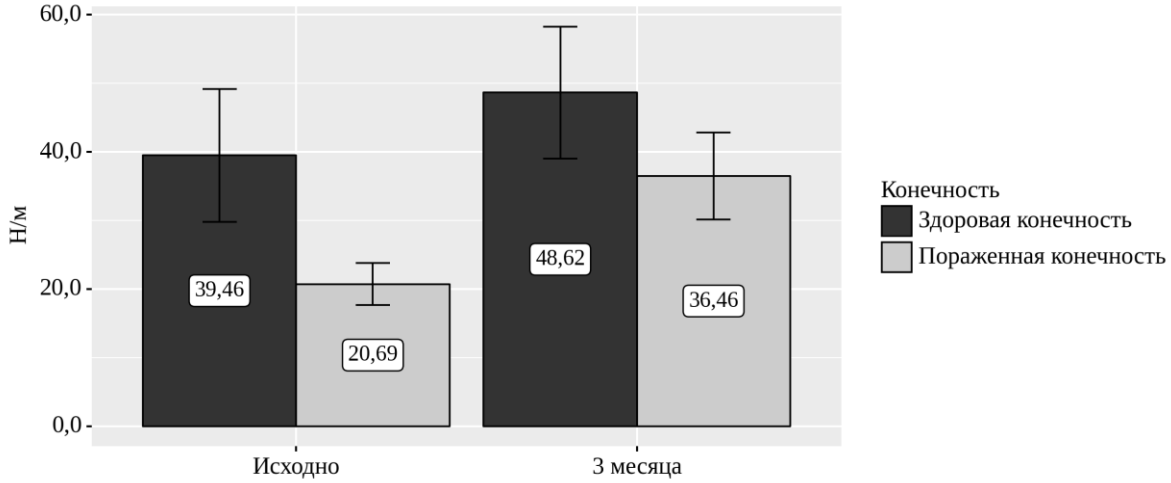


Рисунок 24 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы

Был выполнен сравнительный анализ основных показателей ИКД здоровой и пораженной конечности у пациентов основной группы при компрессии **корешка S_1** в динамике: исходно и спустя 3 месяца (Таблица 27).

Таблица 27 – Показатели изокинетической динамометрии здоровой и пораженной конечности при компрессии корешка S_1 у пациентов основной группы исходно и через 3 месяца

Заинтересованная конечность	Пораженная конечность (n=22)		Здоровая конечность (n=22)	
Показатель	Исходно	3 месяца	Исходно	3 месяца
ИМ Gc МКрМ (Н/м)	25,95±9,13*	51,14±17,51”	41,14±15,02*	52,00±20,26
ИМ Gc вМКрМ (с)	2,42±1,52	2,98±1,53	2,91±1,37	2,64±1,03
ИМ Tb МКрМ (Н/м)	22,36±12,45*	31,59±11,77”	29,91±11,99*	53,05±86,05
ИМ Tb вМКрМ (с)	1,71±0,97	1,26±1,06	1,86±1,20	1,54±0,84
ИК Экс Gc МКрМ (Н/м)	77,09±47,13	104,68±52,39”	93,77±56,76	115,77±42,17”
ИК Экс Gc вМКрМ (с)	1,28±0,59	1,46±0,63”	1,34±0,65	1,66±0,79”
ИК Экс Gc уМКрМ (°)	15,05±5,02	14,68±4,61*	15,55±5,39	17,82±4,02*
ИК Экс Tb МКрМ (Н/м)	34,23±14,47	43,64±15,42”	42,23±13,66	48,45±15,82”
ИК Экс Tb вМКрМ (с)	0,94±0,54	1,30±0,42”	1,16±0,46	1,89±2,14
ИК Экс Tb уМКрМ (°)	14,32±6,59	21,50±6,59”	17,23±6,91	20,77±7,27
ИК Кон Gc МКрМ (Н/м)	77,86±52,89	96,68±53,47”	86,32±54,41	104,77±40,64
ИК Кон Gc вМКрМ (с)	0,03±0,02*	0,10±0,13”	0,08±0,11*	0,07±0,07
ИК Кон Gc уМКрМ (°)	11,91±5,49	7,23±4,56*”	10,32±6,61	10,00±4,50*
ИК Кон Tb МКрМ (Н/м)	29,41±14,38	39,77±15,25”	37,50±15,45	44,14±15,58”
ИК Кон Tb вМКрМ (с)	0,01±0,00	0,01±0,00	0,05±0,13	0,03±0,05
ИК Кон Tb уМКрМ (°)	19,91±7,27	25,45±7,61	20,77±7,82	26,50±8,10”

*P<0,05 – разница достоверна между здоровой и пораженной конечностью
“P<0,05 – разница достоверна в динамике (исходно – 3 месяца).

Исходно при сравнении здоровой и пораженной конечности отмечена статистически значимая ($p < 0,001$) разница следующих показателей: ИМ Gc МКрМ, ИМ Tb МКрМ, ИК Кон Gc вМКрМ, значения которых были достоверно ниже в пораженной конечности.

Спустя 3 месяца отмечалось восстановление функции пораженной конечности, что проявлялось нарастанием указанных показателей до уровня здоровой конечности, показатели ИК Кон Экс Gc уМКрМ и ИК Кон Кон Gc уМКрМ спустя 3 месяца были статистически значимо ($p < 0,001$) ниже в пораженной конечности по сравнению со здоровой.

1. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius (ИМ Gc МКрМ) здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка S_1 представлен в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius в зависимости от заинтересованной конечности

Заинтересованная конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	41,14±15,02 n=22)	34,48-47,80	52,00 ±20,26 (n=22)	43,02-60,98	0,008*
Пораженная конечность	25,95±9,13 (n=22)	21,91-30,00	51,14±17,51 (n=22)	43,37-58,90	< 0,001*
p	< 0,001*		0,880		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Проведенный анализ показал, что если исходно были установлены статистически значимые (p < 0,001) различия, то через 3 месяца не удалось установить статистически значимых различий (p = 0,394). В динамике было выявлено статистически значимое (p < 0,001) увеличение данного показателя пораженной конечности, а также здоровой конечности (p = 0,008) (Рисунок 25).

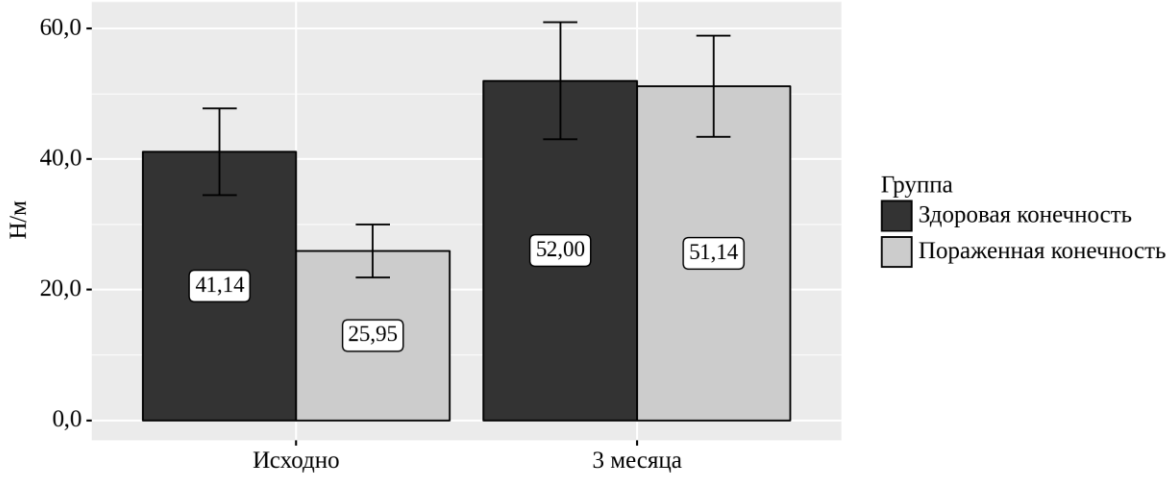


Рисунок 25 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Gastrocnemius в зависимости от заинтересованной конечности у пациентов основной группы

2. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior (ИМ Tb МКрМ) интактной и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка S_1 представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior в зависимости от заинтересованной конечности

Заинтересованная конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	29,91±11,99 (n=22)	24,59-35,22	53,05±86,05 (n=22)	14,89-91,20	0,204
Пораженная конечность	22,36±12,45 (n=22)	16,85-27,88	31,59±11,77 (n=22)	26,37-36,81	< 0,001*
p	0,047*		0,253		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

При сравнении показателя исходно были выявлены статистически значимые (p = 0,047) различия между интактной и пораженной конечностью, в динамике отмечено статистически значимое (p < 0,001) увеличение параметра через 3 месяца в пораженной конечности (Рисунок 26).

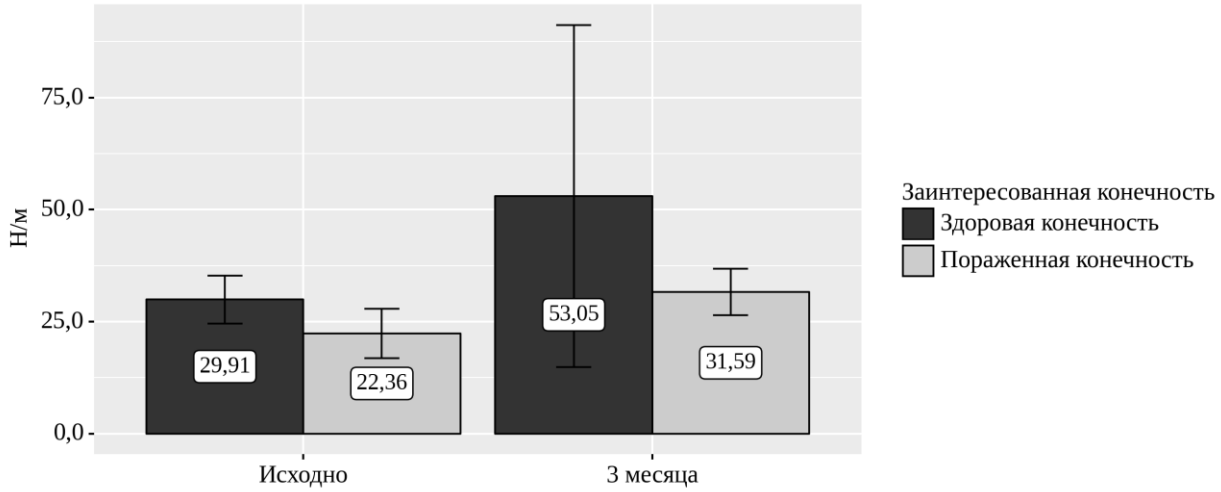


Рисунок 26 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изометрии m. Tibialis anterior в зависимости от заинтересованной конечности

3. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnenius (ИК Экс Gc МкрМ) интактной и пораженной конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnenius в зависимости от заинтересованной конечности

Заинтересованная конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	93,77±56,76 (n=22)	68,61-118,94	115,77±42,17 (n=22)	97,08-134,47	0,003*
Пораженная конечность	77,09±47,13 (n=22)	56,19-97,99	104,68±52,39 (n=22)	81,45-127,91	< 0,001*
p	0,295		0,444		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

В ходе анализа показателя исходно и через 3 месяца нам не удалось установить статистически значимых различий между здоровой и пораженной конечностью (p = 0,295, p = 0,444, соответственно). В динамике отмечено статистически значимое (p<0,001) нарастание показателя в пораженной, а также в интактной конечности через 3 месяца (Рисунок 27).

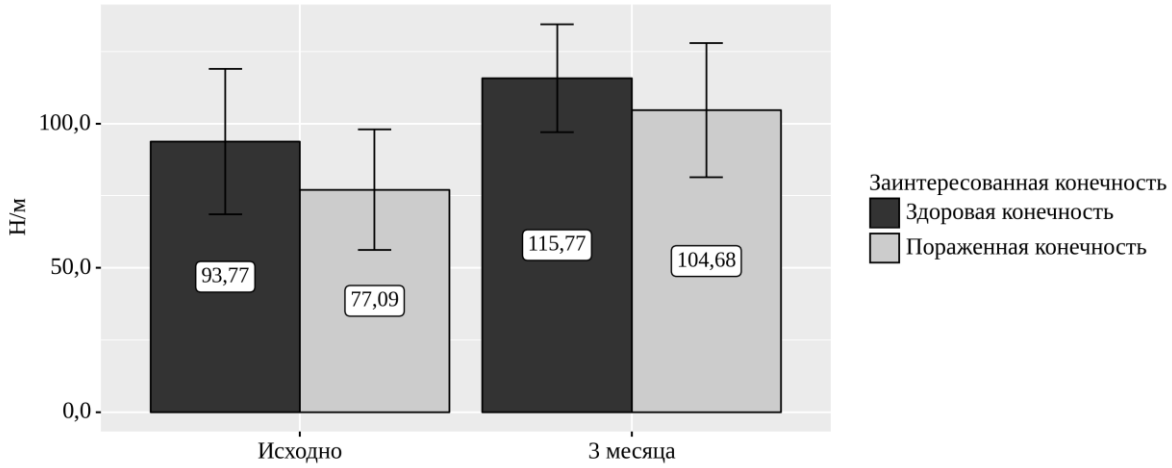


Рисунок 27 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Gastrocnenius в зависимости от заинтересованной конечности

4. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior (ИК Экс Tb МкрМ) здоровой и

пораженной конечности у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior в зависимости от заинтересованной конечности

Заинтересованная конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	42,23 ± 13,66 (n=22)	36,17 – 48,28	48,45 ± 15,82 (n=22)	41,44 – 55,47	< 0,001*
Пораженная конечность	34,23 ± 14,47 (n=22)	27,81 – 40,65	43,64 ± 15,42 (n=22)	36,80 – 50,47	< 0,001*
p	0,066		0,312		–

* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

При сравнении показателя исходно и через 3 месяца статистически значимых различий между сторонами не отмечалось.

В динамике отмечено статистически значимое (p<0,001) увеличение данного показателя пораженной и интектной конечности (Рисунок 28).

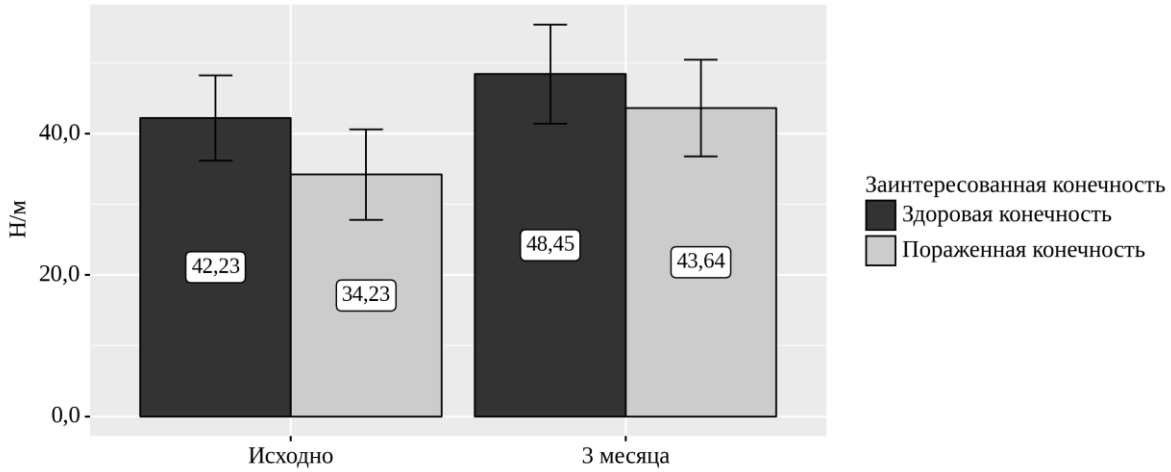


Рисунок 28 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики эксцентрики m. Tibialis anterior в зависимости от заинтересованной конечности

5. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnenius (ИК Кон Gc МкрМ) здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnenius в зависимости от заинтересованной конечности

Заинтересованная конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		ИК Кон Gc МКрМ 3		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	86,32±54,41 (n=22)	62,19-110,44	104,77±40,64 (n=22)	86,75-122,79	0,014*
Пораженная конечность	77,86±52,89 (n=22)	54,41-101,32	96,68±53,47 (n=22)	72,98-120,39	0,011*
p	0,604		0,575		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

При сравнении показателя исходно и через 3 месяца статистически значимых различий между сторонами не отмечалось. В динамике отмечено статистически значимое (p < 0,05) увеличение данного показателя пораженной и здоровой конечности (Рисунок 29).

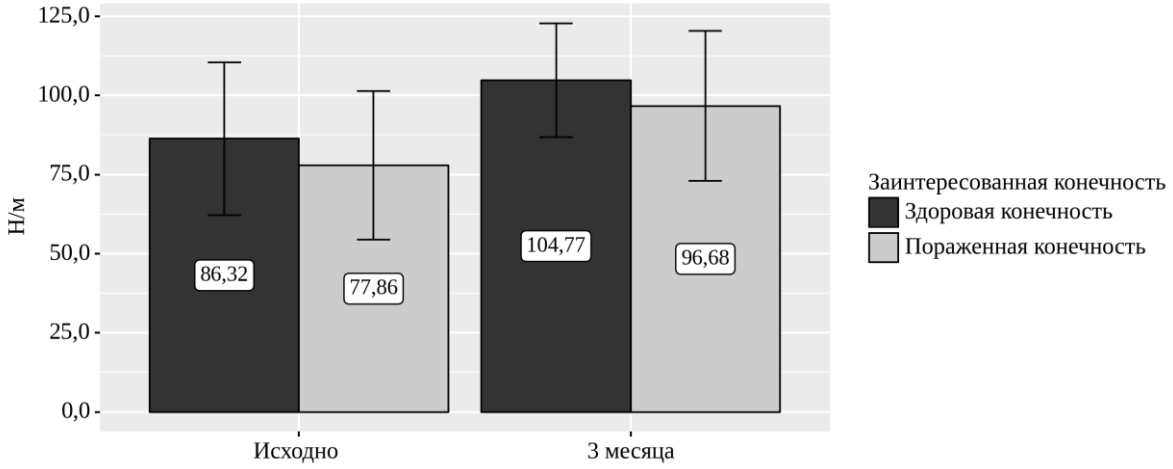


Рисунок 29 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Gastrocnenius в зависимости от заинтересованной конечности

6. Динамический анализ показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior (ИК Кон Tb МкрМ) здоровой и пораженной стороны у пациентов основной группы с компрессией корешка S1 представлен в таблице 33.

Таблица 33 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior в зависимости от заинтересованной конечности

Заинтересованная конечность	Этапы наблюдения				p
	Исходно		3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Здоровая конечность	37,50±15,45 (n=22)	30,65- 44,35	44,14±15,58 (n=22)	37,23-51,04	0,001*
Пораженная конечность	29,41±14,38 (n=22)	23,03- 35,78	39,77±15,25 (n=22)	33,01-46,53	< 0,001*
p	0,079		0,353		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

При сравнении показателя исходно и через 3 месяца статистически значимых различий между сторонами не отмечалось. В динамике отмечено статистически значимое (p < 0,001) увеличение данного показателя пораженной и здоровой конечности (Рисунок 30).

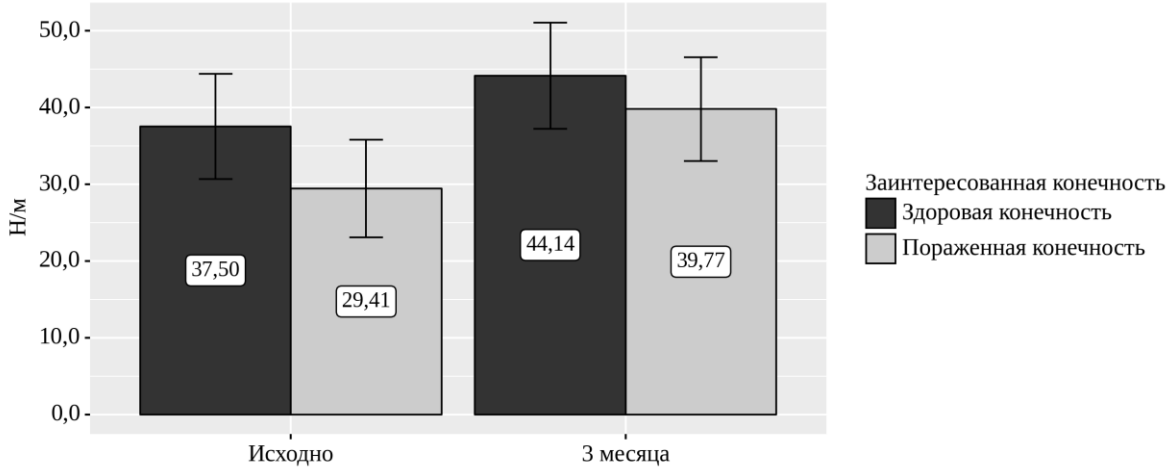


Рисунок 30 – Анализ динамики показателя максимального крутящего момента изокинетики концентрики m. Tibialis anterior в зависимости от заинтересованной конечности

Сравнительный анализ основных показателей ИКД здоровой и пораженной конечности у пациентов **контрольной группы** при компрессии корешка L_5 в динамике: исходно и спустя 3 месяца представлен в таблице 34.

Таблица 34 – Показатели изокинетической динамометрии здоровой и пораженной конечности при компрессии корешка L_5 у пациентов контрольной группы исходно и через 3 месяца

Заинтересованная конечность	Пораженная конечность (n=12)		Здоровая конечность (n=12)	
Показатель	Исходно	3 месяца	Исходно	3 месяца
ИМ Gc МКрМ (Н/м)	28,50±13,94*	52,25±27,76	40,08±7,62*	52,08±26,99
ИМ Gc вМКрМ (с)	3,34±1,49	2,80±1,21	3,35±1,01	3,30±0,69
ИМ Tb МКрМ (Н/м)	14,33±11,56*	22,67±11,15*”	25,52±12,47*	34,67±9,51*
ИМ Tb вМКрМ (с)	1,33±0,99	1,77±0,95	2,08±0,83	1,93±0,98
ИК Экс Gc МКрМ (Н/м)	66,67±46,4	114,75±67,84”	114,17±64,68	127,42±58,66
ИК Экс Gc вМКрМ (с)	0,96±0,59	1,27±1,11	1,24±0,68	1,71±1,08
ИК Экс Gc уМКрМ (°)	7,75±6,02*	12,83±5,84”	13,33±5,82*	17,25±6,33
ИК Экс Tb МКрМ (Н/м)	24,17±14,07*	35,42±17,78”	43,33±14,97*	49,25±15,78”
ИК Экс Tb вМКрМ (с)	1,19±0,72	1,38±0,90	1,12±0,69	1,34±0,81
ИК Экс Tb уМКрМ (°)	18,5±6,67	25,92±7,91”	17,58±6,36	20,75±9,11
ИК Кон Gc МКрМ (Н/м)	56,25±30,77*	114,75±63,86”	104,67±66,0*	123,08±59,66
ИК Кон Gc вМКрМ (с)	0,27±0,27	0,18±0,25	0,08±0,19	0,10±0,16
ИК Кон Gc уМКрМ (°)	4,42±3,70*	6,5±4,5	8,50±4,62*	8,33±2,42
ИК Кон Tb МКрМ (Н/м)	20,08±13,39*	32,58±18,13”	35,58±16,98*	42,92±19,24”
ИК Кон Tb вМКрМ (с)	0,01±0,00	0,02±0,03	0,09±0,21	0,13±0,29
ИК Кон Tb уМКрМ (°)	17,75±7,65	25,33±5,33”	22,75±2,6	28,08±4,62

Примечание: *p<0,05 – разница достоверна между здоровой и пораженной конечностью; “p<0,05 – разница достоверна в динамике (исходно – 3 месяца).

Исходно при сравнении здоровой и пораженной конечности отмечена статистически значимая ($p < 0,05$) разница следующих показателей: ИМ Gc МКрМ, ИМ Tb МКрМ, ИМ Tb вМКрМ, ИК Экс Gc уМКрМ, ИК Экс Tb МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ, значения которых были достоверно ниже в пораженной конечности.

Спустя 3 месяца отмечалось восстановление функции пораженной конечности, что проявлялось нарастанием указанных показателей до уровня здоровой конечности, однако параметры ИМ Tb МКрМ, ИК Кон Tb МКрМ несмотря на общую положительную динамику оставались ниже аналогичных показателей здоровой стороны.

Был выполнен сравнительный анализ основных показателей ИКД здоровой и пораженной конечности у пациентов контрольной группы при компрессии корешка S_1 в динамике: исходно и спустя 3 месяца (Таблица 35).

Таблица 35 – Показатели изокинетической динамометрии здоровой и пораженной конечности при компрессии корешка S_1 у пациентов контрольной группы исходно и через 3 месяца

Заинтересованная конечность	Пораженная конечность (n=19)		Здоровая конечность (n=19)	
Показатель	Исходно	3 месяца	Исходно	3 месяца
ИМ Gc МКрМ (Н/м)	32,53±7,64*	60,00±22,01”	46,89±11,58*	64,05±21,62”
ИМ Gc вМКрМ (с)	3,37±1,23	4,02±0,66*	3,82±0,67	3,16±0,89*
ИМ Tb МКрМ (Н/м)	29,42±12,97	34,74±12,38”	30,79±10,99	37,05±12,72”
ИМ Tb вМКрМ (с)	2,13±0,84	2,34±1,01	2,41±0,98	1,82±0,68”
ИК Экс Gc МКрМ (Н/м)	92,32±53,58	129,53±50,67”	124,89±67,9	134,95±47,23
ИК Экс Gc вМКрМ (с)	1,53±0,49	2,3±0,99”	1,69±0,49	2,3±0,90”
ИК Экс Gc уМКрМ (°)	14,32±5,28*	15,63±6,58	18,37±3,18*	16,47±6,36
ИК Экс Tb МКрМ (Н/м)	36,11±15,59	47,95±14,91”	42,68±14,61	50,00±13,49”
ИК Экс Tb вМКрМ (с)	1,32±0,34	1,92±1,04”	1,50±0,29	1,81±0,59”
ИК Экс Tb уМКрМ (°)	16,26±7,89	23,63±7,88”	19,16±6,62	23,84±5,55”
ИК Кон Gc МКрМ (Н/м)	93,26±54,04	116,95±45,98”	137,74±95,94	122,68±45,94
ИК Кон Gc вМКрМ (с)	0,02±0,01*	0,05±0,06	0,28±0,53*	0,10±0,13
ИК Кон Gc уМКрМ (°)	8,74±4,21	7,47±4,57	11,47±7,89	10,00±5,07
ИК Кон Tb МКрМ (Н/м)	30,26±14,75	41,74±11,9”	36,16±13,13	43,47±11,44”
ИК Кон Tb вМКрМ (с)	0,04±0,11	0,01±1,01*	0,12±0,16	0,21±0,37*
ИК Кон Tb уМКрМ (°)	21,58±4,63	29,11±6,12”	24,53±6,69	28,32±7,43

Примечание: *p<0,05 – разница достоверна между здоровой и пораженной конечностью;
“p<0,05 – разница достоверна в динамике (исходно – 3 месяца).

Исходно при сравнении здоровой и пораженной конечности отмечена статистически значимая ($p < 0,05$) разница следующих показателей: ИМ Gc МКрМ, ИК Экс Gc уМКрМ, ИК Кон Gc вМКрМ значения которых были достоверно ниже в пораженной конечности.

Спустя 3 месяца отмечалось восстановление функции пораженной конечности, что проявлялось нарастанием указанных показателей до уровня

здоровой конечности, показатель ИМ Gc вМКрМ через 3 месяца был статистически значимо (p < 0,05) выше в пораженной конечности, показатель ИК Кон Кон Tb вМКрМ – достоверно ниже в пораженной конечности по сравнению со здоровой.

Результаты исследования указывают на то, что ИКД является информативным методом, позволяющим объективно оценить степень пареза и степень восстановления мышечной силы: ИМ Gc МКрМ более 25,00 Н/м; ИМ Tb МКрМ более 22 Н/м; ИК Экс Gc МКрМ более 77,00 Н/м; ИК Экс Tb МКрМ более 34 Н/м; ИК Кон Gc МКрМ более 77 Н/м; ИК Кон Tb МКрМ более 29 Н/м. Это говорит об экономической эффективности предложенной методики: сокращении койко-дней и сроков временной нетрудоспособности.

3.3.4. Динамика показателей качества жизни

Анализ удовлетворенности терапией по модифицированной шкале Макнаб через 14 дней и 3 месяца в зависимости от группы исследования представлен в таблице 36.

Таблица 36 – Динамический анализ удовлетворенностью терапией в зависимости от группы исследования

Группы исследования	Этапы наблюдения				p
	УТ через 14 дней		УТ через 3 месяца		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
Контрольная	3,45±0,51 (n=31)	3,27-3,64	3,52±0,51 (n=31)	3,33-3,70	0,325
Основная	3,63±0,49 (n=35)	3,46-3,80	3,97±0,17 (n=35)	3,91-4,03	< 0,001*
p	0,154		< 0,001*		–

Примечание: * p < 0,05 – различия показателей статистически значимы между исследуемыми группами и в динамике через 3 месяца.

Спустя 14 дней после проведения оперативного лечения все обследованные пациенты отметили различной степени выраженности улучшение состояния. Не отмечалось пациентов, указавших на ухудшение состояния или отсутствие эффекта от лечения. Средний балл, согласно

модифицированной шкале Макнаб (Macnab), через 14 дней после оперативного лечения составил 3,63±0,49 и 3,45±0,51 баллов, соответственно, у пациентов основной и контрольной групп.

Спустя 3 месяца, отсутствие эффекта и плохой эффект (1 балл) от лечения не отмечался. Количество пациентов, отметивших результат лечения как отличный, в основной группе составило 34 (97%), в контрольной – 20 (65%), остальные пациенты оценили результат лечения как хороший. Средний балл, согласно модифицированной шкале Макнаб (Macnab), через 3 месяца после оперативного лечения составил 3,97±0,17 и 3,52±0,51, соответственно, у пациентов основной и контрольной групп (Рисунок 31).

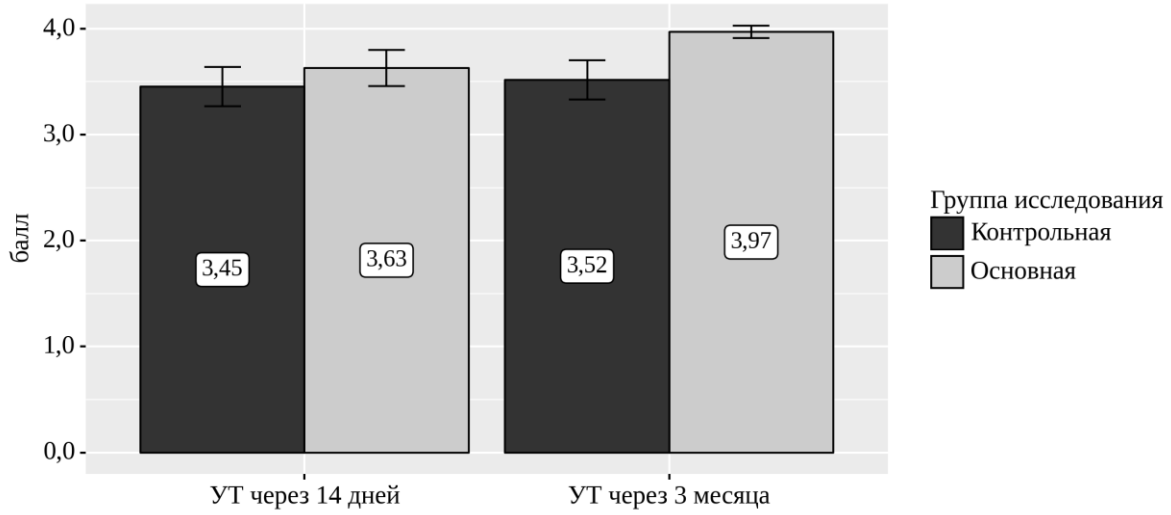


Рисунок 31 – Анализ динамики удовлетворенностью терапией в зависимости от группы исследования

Нами выявлено, что наибольшая удовлетворенность терапией отмечалась в основной группе с проведением медицинской реабилитации с помощью ИКД спустя 3 месяца.

Представляет исследовательский интерес дальнейшее изучение возможностей применения метода ИКД в медицинской реабилитации пациентов с компрессионной радикулопатией после оперативного лечения.

Использование данного метода в клинической практике оправдано, в том числе, отсутствием нежелательных побочных эффектов. Важнейшим его

компонентом является постепенное восстановление нарушенной двигательной функции, что, в конечном счете, положительно сказывается на основных показателях КЖ пациентов.

Улучшение КЖ пациентов являлось одним из ведущих целей комплексного хирургического и последующей медицинской реабилитации. Динамическую оценку показателей КЖ у пациентов основной и контрольной групп проводили с помощью опросника Освестри.

Проведенный анализ показал, что при сравнении показателя КЖ согласно шкалы Освестри исходно нам не удалось установить статистически значимых различий (p = 0,740), также как через 14 дней (p = 0,06), тогда как через 3 месяца были установлены существенные различия (p < 0,001) между изучаемыми группами (Рисунок 32).

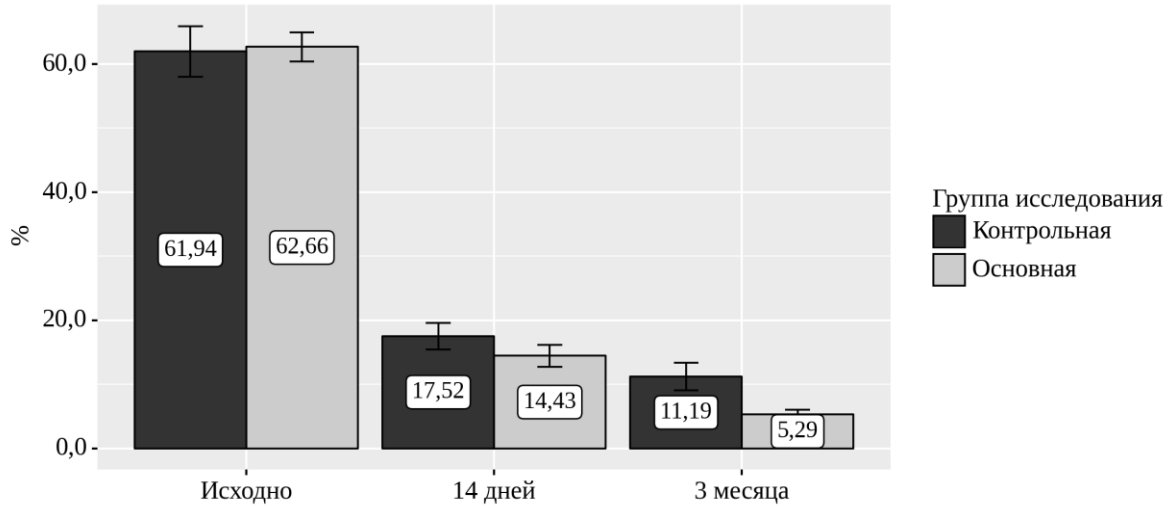


Рисунок 32 – Анализ динамики качества жизни по шкале Освестри в зависимости от группы исследования

При динамическом наблюдении у пациентов обеих групп на различных этапах исследования (через 14 дней и 3 месяца) были установлены статистически значимые различия (p < 0,001) по сравнению с исходными показателями.

Степень нарушения КЖ согласно опроснику Освестри представлена в таблице 37.

Таблица 37 – Степень нарушения качества жизни

Группа	Количество больных и период наблюдения			
	Степень нарушения КЖ	Исходно	14 дней	3 месяца
Основная (абс., %)	Минимальная	2 (6)	31 (89)	35 (100)
	Умеренная	7 (20)	4 (11)	0
	Выраженная	26 (74)	0	0
	Инвалидизирующая	0	0	0
Контрольная (абс., %)	Минимальная	3 (10)	22 (71)	30 (97)
	Умеренная	4 (13)	9 (29)	1 (3)
	Выраженная	24 (77)	0	0
	Инвалидизирующая	0	0	0

Проведение патогенетической терапии компрессионной радикулопатии в форме оперативного лечения у пациентов обеих групп приводило к статистически значимому улучшению всех показателей КЖ уже в ранние сроки и полному регрессу выраженных нарушений КЖ. Данная тенденция сохранялась и спустя 3 месяца с более значительным улучшением КЖ у пациентов основной группы после проведения реабилитационных мероприятий, что выражалось в статически значимом отличии среднего балла по опроснику Освестри (5,39±2,13 и 11,19±5,80, соответственно, у пациентов основной и контрольной групп). Данное обстоятельство свидетельствует о положительном влиянии разработанных реабилитационных подходов на основные параметры КЖ пациентов после оперативного лечения по поводу компрессионной радикулопатии вследствие ГМПД на поясничном уровне.

3.4. Клинические наблюдения

Клинический пример 1.

Пациентка Ш., (И.Б. №3567), 38 лет, находилась на лечении с 17.07.2019 по 28.07.2019 в нейрохирургическом отделении многопрофильного стационара с жалобами на выраженную боль в поясничной области, тянущую, с периодическими прострелами боли в правую ногу, слабость и онемение правой голени и стопы.

Анамнез заболевания: боль в поясничной области беспокоит длительно (более 5 лет). За последние две недели боль в спине резко усилилась, появилась боль в правой ноге. В течение 3-х дней боль в спине и ноге уменьшилась, однако появилась и стала нарастать слабость в правой стопе с онемением правой голени и стопы. Ранее проходила лечение у невролога поликлиники по месту жительства. Получала НПВП, миорелаксанты, витамины группы В.

Неврологический статус: сознание ясное (GCS – 15 б), контактна, ориентирована в месте, времени, собственной личности, адекватна. Черепно-мозговые нервы – без особенностей. СХР с рук D=S, живые, с ног: коленные D=S, живые, ахилловы D<S, правый ахиллов рефлекс снижен. Парез m.Tibialis ant. dex 2 балла, парез m.Gastrocnemius dex 4 балла. Гипостезия в дерматоме L_5 справа. Левая конечность интактна. Вегетативных нарушений в конечностях не выявлено. Симптом Лассега справа 30^0, слева 70^0.

Болевой синдром по ЦРШ 7 баллов. Лабораторные показатели в пределах референтных значений. Инструментальные метолы обследования: МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника – МР-признаки секвестрированной грыжи диска L_4-L_5 с правосторонней латерализацией, каудальной миграцией, компрессией правого корешка L_5 размерами 7х8х13 мм. (Рисунок 33).

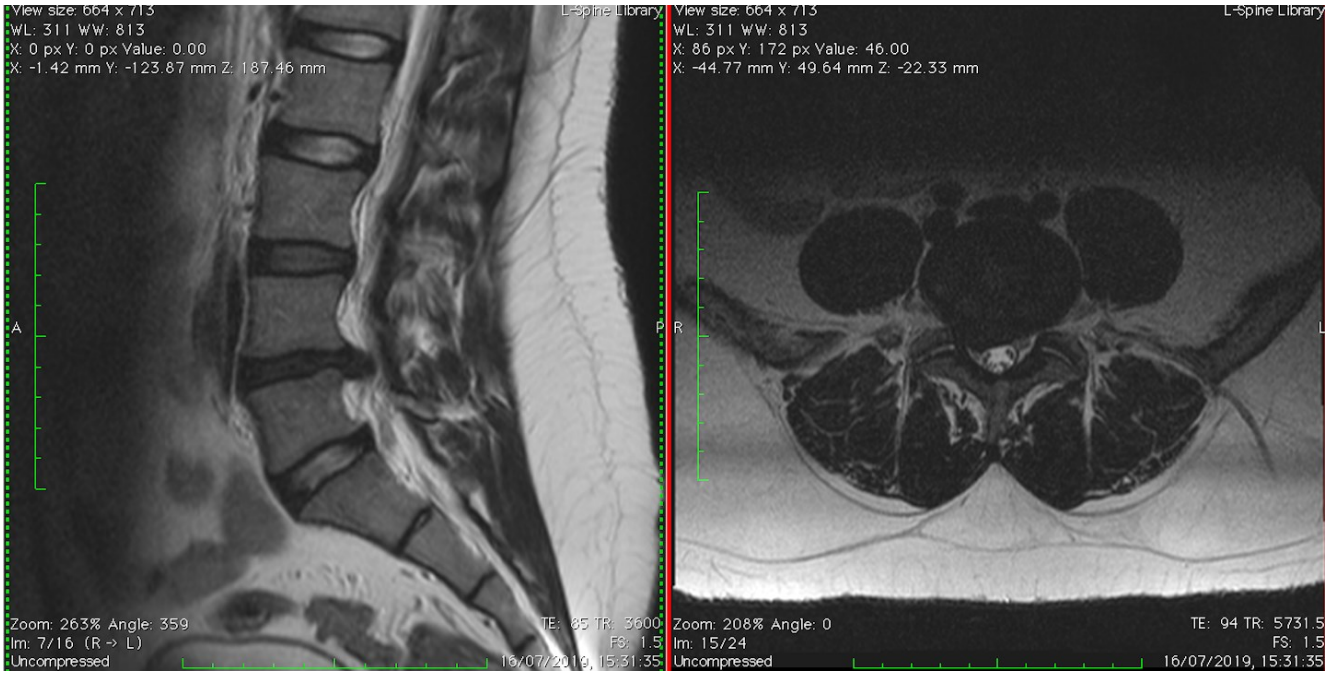


Рисунок 33. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки Ш.

С диагностической целью проведена ИКД мышц правой и левой голени. Справа: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 42 Н/м, время – 2,32 с; изометрия m. Tibialis anterior: maxКРМ – 25 Н/м, время –1,3 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ – 79 Н/м, время – 1,31 с, угол 23 °; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 43 Н/м, время – 1,41 с, угол – 19 °; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 69 Н/м, время – 0,1 с, угол – 15 °; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 32 Н/м, время – 0 с, угол – 19 °.

Слева: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 40 Н/м, время – 3,91с; изометрия m. Tibialis anterior: maxКРМ – 14 Н/м, время – 0,31 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ – 141 Н/м, время – 1,32 с, угол – 18 °; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 27 Н/м, время – 1,11 с, угол – 3 °; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 143 Н/м, время – 0,01с, угол – 16 °; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 10 Н/м, время – 0,01 с, угол – 11 °.

На основании полученных данных установлен клинический диагноз: дегенеративно-дистрофическое поражение поясничного отдела позвоночника,

грыжа диска L_4-L_5 с правосторонней латерализацией, каудальной миграцией, диско-радикулярный конфликт корешка L_5 с фармакорезистентным течением и грубым неврологическим дефицитом в форме пареза правой стопы. Пациентке выполнено операционное вмешательство в объеме стандартной микродискэктомии L_4-L_5 справа. Во время операции выявлена значительная компрессия корешка L_5 секвестрированной грыжей с каудальной миграцией. Грыжа удалена одним большим и несколькими малыми фрагментами. После ревизии эпидурального пространства корешок и дуральный мешок лежат свободно.

Пациентка вертикализирована на следующий день после операции. В раннем послеоперационном периоде отмечался регресс болевого синдрома по ЦРШ: до 1 б. В неврологическом статусе сохранялась недостаточность правого L_5 корешка в виде пареза m. Tibialis ant. dex 2 балла и гипостезии в дерматоме L_5 справа. Сила m. Gastrocnemius dex. восстановилась до 5 баллов.

На 14-е сутки после операции проведена ИКД. Учитывая наличие значительного снижения силовых характеристик мышц голени пораженной конечности (более 20%) по сравнению с интактной, больной проведена реабилитация на аппарате ИКД «HUMAC NORM». В рамках реабилитации были включены изокинетические и изометрические упражнения в соответствии с разработанным алгоритмом.

Первично упражнения начинали с тыльной флексии стопы, активации m. Tibialis anterior dex. Пациент вначале стремился развить максимальное концентрическое усилие, осуществляя тыльное сгибание при реабилитации m. Tibialis anterior dex в пределах ранее заданного угла стопы с последующим осуществлением эксцентрического сокращения этой же мышцы, пытаясь реализовать максимальное сопротивление внешнему воздействию привода также в пределах заданного угла. Затем осуществляли работу с антагонистом m. Gastrocnemius dex. в этом же режиме.

Занятие начинали с 5 повторений, включающих попеременное сокращение в концентрическом и эксцентрическом режимах. После отдыха в течение 30 секунд

выполняли работу с антагонистом в том же объеме. За одно посещение производили 5 подходов на каждую группу мышц. Реабилитация мышц выполнялась через день в объеме 15 занятий. Через одно занятие осуществляли увеличение повторений в подходе на одно. Через каждые три занятия происходило увеличение количества подходов на один.

Контрольное тестирование через 3 месяца по данным ИКД показало отсутствие различий силовых характеристик мышц голеней.

Справа: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 35 Н/м, время – 2,51 с; изометрия m. Tibialis anterior: maxКРМ – 31 Н/м, время – 2,09 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ – 87 Н/м, время – 1,46 с, угол – 24 °; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 45 Н/м, время – 1,5 с, угол – 13 °; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 77 Н/м, время – 0,02 с, угол – 18 °; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 41 Н/м, время – 0,01 с, угол – 9 °,

Слева: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 56 Н/м, время – 4,9 с; изометрия m. Tibialis anterior: maxКРМ – 30 Н/м, время – 2,36 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ – 172 Н/м, время – 1,63 с, угол – 28 °; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 42 Н/м, время – 1,59 с, угол – 15 °; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 171 Н/м, время – 0,07 с, угол – 17 °; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 41 Н/м, время – 0,01 с, угол – 12 °.

У пациентки восстановился паттерн шага. Болевой синдром в спине и ноге регрессировал до 0 баллов по ЦРШ. Индекс Освестри 8%.

Клинический пример 2.

Пациент П., (И.Б. №2135) 27 лет, находился на лечении с 04.04.2018 по 13.04.2018 в нейрохирургическом отделении многопрофильного стационара с жалобами на боль в поясничной области с иррадиацией в левую ногу, слабость и похудание левой голени, онемение области левой пятки.

Анамнез заболевания: боли в поясничном отделе беспокоят 2 месяца. За последние три недели боль в спине усилилась, появилась боль в левой ноге. Далее развилась слабость и онемение левой голени. Получал лечение у

невролога поликлиники по месту жительства (НПВП, миорелаксанты, хондропротекторы).

Неврологический статус: сознание ясное (GCS – 15 б), контактен, адекватен, ориентирован в месте, времени, собственной личности. Черепно-мозговые нервы – без особенностей. СХР с рук D=S, живые, с ног: коленные D=S, живые, ахилловы D>S, левый ахиллов рефлекс не вызывается. По данным ММТ: сила m.Tibialis ant. sin. 5 баллов, парез m.Gastrocnemius sin. 4 балла. Гипостезия в дерматоме S1 слева. Правая конечность интактна. Вегетативных нарушений в конечностях не выявлено. Симптом Лассега справа 80^0, слева 30^0.

Болевой синдром по ЦРШ 9 баллов. Лабораторные показатели в пределах референтных значений. Инструментальные метолы обследования: МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника – МР-признаки секвестрированной грыжи диска L_5-S_1 с левосторонней латерализацией, компрессией левого корешка S_1. (Рисунок 34).

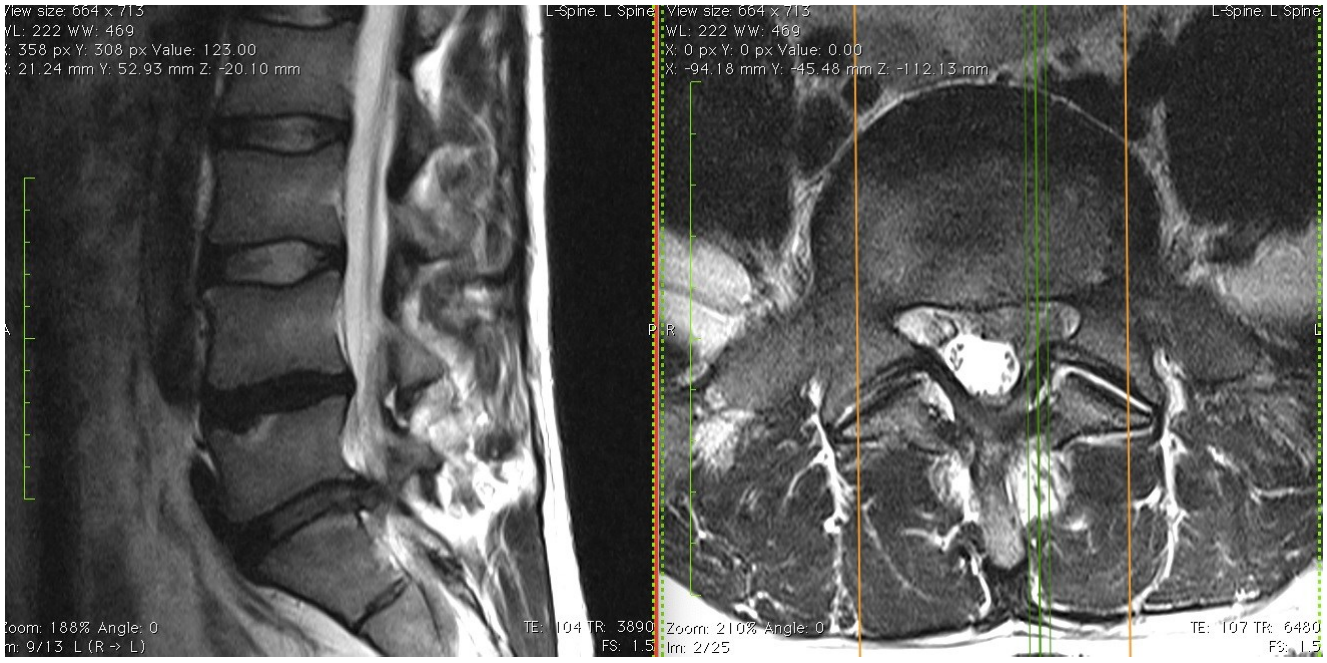


Рисунок 34. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента П.

Проведена ИКД мышц правой и левой голени. Справа: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 53 Н/м, время – 0,71 с; изометрия m. Tibialis anterior:

maxКРМ – 42 Н/м, время – 1,01 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ– 222 Н/м, время – 1,11 с, угол – 13°; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 47 Н/м, время – 1,11 с, угол – 15°; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 203 Н/м, время – 0,06 с, угол – 11°; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 40 Н/м, время – 0,01 с, угол – 6°.

Слева: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 28 Н/м, время – 0,72 с; изометрия m. Tibialis anterior: maxКРМ – 28 Н/м, время – 1,73 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ – 172 Н/м, время – 1,32 с, угол – 15°; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 24 Н/м, время – 1,27 с, угол – 14°; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 190 Н/м, время – 0,08с, угол – 4°; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 19 Н/м, время – 0,01 с, угол – 6°.

После проведенного обследования установлен клинический диагноз: поясничный остеохондроз, грыжа диска L_5-S_1 с левосторонней латерализацией, компрессионная радикулопатия S_1 с фармакорезистентным течением и грубым неврологическим дефицитом в форме пареза левой стопы. Пациенту выполнено операционное вмешательство в объеме стандартной микродискэктомии L_5-S_1 слева. Во время операции выявлена значительная компрессия корешка S_1 секвестрированной грыжей. Последняя удалена одним большим фрагментами. Ревизия эпидурального пространства показала свободное положение корешка и дурального мешка.

Пациент вертикализирован через 6 часов после операции. Регресс болевого синдрома по ЦРШ: до 1 б отмечался сразу после операции. В неврологическом статусе сохранялась недостаточность левого S_1 корешка в виде пареза m. Gastrocnemius sin. 4 балла и гипостезии в дерматоме S_1 слева.

На 14-е сутки после операции проведена ИКД. Учитывая наличие снижения силовых характеристик мышц голени пораженной конечности более чем на 20% по сравнению с интактной, пациенту проведена реабилитация на аппарате ИКД «HUMAC NORM» по разработанному алгоритму.

Начинали упражнения с подошвенной флексии, активации m. Gastrocnemius sin. Пациент вначале стремился развить максимальное концентрическое усилие,

осуществляя подошвенное сгибание в пределах ранее заданного угла стопы с последующим осуществлением эксцентрического сокращения этой же мышцы, пытаясь реализовать максимальное сопротивление внешнему воздействию привода также в пределах заданного угла. Затем осуществляли работу с антагонистом m. Tibialis anterior sin. в этом же режиме.

Занятие начинали с 5 повторений, включающих попеременное сокращение в концентрическом и эксцентрическом режимах. После отдыха в течение 30 секунд выполняли работу с антагонистом в том же объеме. За одно посещение производили 5 подходов на каждую группу мышц. Реабилитация мышц выполнялась через день в объеме 15 занятий. Через одно занятие осуществляли увеличение повторений в подходе на один. Через каждые три занятия происходило увеличение количества подходов на один.

Контрольное тестирование через 3 месяца по данным изокинетической динамометрии показало отсутствие различий силовых характеристик мышц голеней.

Справа: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 46 Н/м, время – 1,6 с; изометрия m. Tibialis anterior: maxКРМ – 50 Н/м, время – 1,05 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ – 183 Н/м, время – 1,34 с, угол – 17°; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 65 Н/м, время – 1,24 с, угол – 16°; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 163 Н/м, время – 0,2 с, угол – 11°; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 62 Н/м, время – 0,01 с, угол – 9°,

Слева: изометрия m. Gastrocnemius: max КРМ – 58 Н/м, время – 0,54 с; изометрия m. Tibialis anterior: maxКРМ – 47 Н/м, время – 0,34 с, эксцентрика m. Gastrocnemius: max КРМ – 182 Н/м, время – 1,57 с, угол – 18°; эксцентрика m. Tibialis anterior: max КРМ – 60 Н/м, время – 1,39 с, угол – 15°; концентрика m.Gastrocnemius: max КРМ – 175 Н/м, время – 0,19 с, угол – 8°; концентрика m.Tibialis anterior: max КРМ – 57 Н/м, время – 0,01 с, угол – 10°.

У пациента болевой синдром в поясничной области и нижней конечности регрессировал до 0 баллов по ЦРШ, индекс Освестри 6%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Медицинская реабилитация пациентов с компрессионной радикулопатией на поясничном уровне представляет собой важную задачу нейрохирургии и неврологии, учитывая молодой, трудоспособный возраст пациентов и нарушение основных аспектов КЖ при имеющемся моторном дефиците. Данное обстоятельство диктует необходимость ранней диагностики, патогенетической терапии и последующей реабилитации.

При этом, несмотря на имеющиеся достижения медикаментозного лечения, физиотерапевтических мероприятий, лечебной физкультуры, проблема восстановления нарушенной двигательной функции конечностей остается не до конца решенной.

В связи с этим, целью настоящего исследования явилась разработка и научное обоснование целесообразности методики диагностики и коррекции нарушенных двигательных функций нижней конечности у пациентов с компрессионной радикулопатией вследствие ГМПД поясничного отдела позвоночника.

Для выполнения поставленной цели была проведена комплексная диагностика и последующая медицинская реабилитация 66 пациентов с компрессионной радикулопатией корешков L_5 и S_1 на фоне ГМПД поясничного отдела позвоночника.

Прогноз регресса пареза стопы в результате дегенеративных заболеваний поясничного отдела представляет значимый интерес для нейрохирургов. Предыдущие работы с использованием традиционных аналитических подходов (таких, как многомерный анализ) предполагали, что продолжительность пареза стопы до операции и предоперационная двигательная слабость могут быть связаны с восстановлением активной дорзальной флексии после декомпрессивной операции поясничного отдела позвоночника; однако это несколько спорно, поскольку другие исследования не выявили ни одного из факторов, важных для прогнозирования неврологического выздоровления

пациента. Авторы полагают, что аналитические подходы предыдущих исследователей не могут быть идеальными для этой цели, потому что они трудны для описания многоуровневых корреляций между признаками.

В проведенном нами исследовании при обследовании пациентов в дополнение к стандартным методам диагностики (общеклинический и неврологический осмотр нейрохирурга, МРТ-диагностика, стимуляционная ЭНМГ) была использована аппаратная ИКД. Основной задачей данной технологии является цифровая объективизация парезов заинтересованных групп мышц при компрессионной радикулопатии.

Все пациенты были прооперированы в объеме стандартной микродискэктомии с применением разработанного способа одномоментного закрытия раны.

Для достижения поставленных задач была сформирована основная группа пациентов, которым наряду с пред- и постоперационной диагностикой проводилась медицинская реабилитация пораженных мышц на аппарате ИКД. Пациенты выполняли упражнения на динамометре через день в течение 30 дней по специально разработанному алгоритму. Повторное обследование пациентов и оценка результатов проводились через 14 дней и через 3 месяца после операции.

Было проведено исследование частоты, структуры, основных медико-экономических характеристик компрессионной радикулопатии на фоне ГМПД, а также проведен мониторинг результатов медицинской реабилитации пациентов по данным электрофизиологических и биомеханических показателей, КЖ, валидизированных шкал [23, 33, 47, 49, 56].

Анализ 4870 историй болезней пациентов в возрасте от 18 до 82 лет, находившихся на лечении в нейрохирургическом отделении многопрофильного стационара в период с 2018 по 2020 гг., позволил установить, что распространенность поясничного остеохондроза составила 1146 (23,5%) среди всех госпитализированных больных. Компрессионная радикулопатия поясничного уровня была часто встречающейся патологий и отмечалась у 529

(46,2%) больных с остеохондрозом позвоночника, а среди общего числа пациентов, госпитализированных в нейрохирургическое отделение за 2018-2020 гг., она составила в среднем 11%, чаще данным пациентам выполнялось оперативное лечение (75,6%), в 91% случаев представленное микродискэктомией. Соотношение мужчин и женщин среди оперированных по поводу компрессионной радикулопатии поясничного уровня было сопоставимым (53% и 47% соответственно), что говорит об отсутствии гендерных различий изучаемой патологии и поражаемость ею лиц молодого, трудоспособного возраста. Наиболее часто в структуре компрессионной радикулопатии, по поводу которой проводилось оперативное лечение, встречалась радикулопатия S_1 корешка – (51%) и L_5 корешка – (43%), что соответствует общестатистическим данным [9, 21, 30, 45, 139, 163].

Постулируются различные факторы компрессии нервного корешка, влияющие на выздоровление (грыжа диска, стеноз позвоночного канала), однако вклад каждого из них, по-прежнему, остается спорным [37, 42, 79, 129, 142]. A. Ghahreman et al. (2009) наблюдали лучшее неврологическое восстановление у более молодых пациентов, тогда как в исследовании D. Bhargava и соавт. (2012) отмечено, что важными прогностическими показателями клинического восстановления были продолжительность и тяжесть неврологического дефицита [85, 110].

В настоящем исследовании на основании анализа клинико-диагностических данных установлено, что в подавляющем большинстве случаев пациенты обеих групп жаловались на боль в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в нижнюю конечность (88%). Болевой синдром по ЦРШ соответствовал умеренно выраженной и выраженной интенсивности часто с невропатическим компонентом. Помимо непосредственно болевого синдрома большинство пациентов предъявляло жалобы на двигательные нарушения (слабость в стопе), а также чувствительные нарушения в нижней конечности (онемение, парестезии).

Миотонические проявления определялись у 96%, симптомы натяжения нервных корешков в виде симптома Ласега на пораженной стороне исходно отмечены у всех пациентов. Проведенное МРТ позволило верифицировать дискогенную компрессию корешка у 100% пациентов.

С помощью метода ИКД установлено, что у больных с радикулопатией функциональное состояние опорно-двигательного аппарата характеризовалось признаками дисфункций мышц голени. Клинически выявленный парез мышц голени подтверждался на динамометре. Сложность для хирургического отбора представляют пациенты, у которых при классическом неврологическом тестировании не выявляется пареза индикаторных мышц на фоне умеренного болевого синдрома. Однако при детальном тестировании на изокинетическом динамометре выявляются явные различия пораженной и здоровой конечности. Данный факт указывает на значимую компрессию корешка. Таким пациентам рекомендовано оперативное вмешательство как основной метод декомпрессии спинно-мозгового корешка.

Все вышесказанное позволило нам установить показания к оперативному лечению у пациентов с компрессионной радикулопатией на основании данных ИКД. Так, отличие максимального крутящего момента мышц пораженной конечности от здоровой более чем на 20% считали значимым и указывающим на необходимость оперативного лечения.

В обзорной статье V. R. Balaji et al. (2014) отмечено, что отсутствуют четкие доказательства связи между тяжестью неврологического дефицита до операции с последующим восстановлением [83]. Хотя исследования A. Ghahreman et al. [10] продемонстрировали более слабое выздоровление у пациентов с более выраженным исходным неврологическим дефицитом [110]. Другие исследования, например Y. Iizuka et al. (2009), не смогли выявить столь значимую взаимосвязь [121]. Ранее было продемонстрировано, что полная потеря чувствительности является неблагоприятным прогностическим фактором травматических повреждений спинного мозга [11, 90, 132, 153, 155].

Мы заметили, что полный начальный двигательный дефицит отрицательно влияет на неврологический исход у наших пациентов.

Парез стопы в контексте поясничных дегенеративных заболеваний остается спорной темой, так как исследования, анализирующие эффект хирургического вмешательства, не имеют единого мнения о прогностических факторах и их влиянии на степень и динамику улучшения неврологического статуса [45, 145, 163].

Разработанная методика медицинской реабилитации с использованием изокинетического динамометра, направленная на коррекцию выявленных двигательных нарушений, достоверно показала свою высокую эффективность. Это в полной мере соответствует данным отечественных курортологов и реабилитологов о саногенетических эффектах лечебных физических факторов, потенцирующих действие медикаментозной терапии [43, 51, 65].

Анализ клинических данных показал, что после оперативного лечения, которое у пациентов с компрессионной радикулопатией является основным методом патогенетической терапии, позволяющим устранить причину болевого синдрома – компрессию нервного корешка, через 14 дней в основной и контрольной группах болевой синдром регрессировал полностью у 86% пациентов. Однако спустя 3 месяца наблюдения у пациентов контрольной группы, не получавших курс послеоперационной реабилитации, динамика регресса болевого синдрома замедлилась, и боль различной степени выраженности сохранялась у 68% больных, тогда как в основной группе полностью курировать болевой синдром удалось у большинства пациентов (83%).

С полученными данными коррелировали показатели интенсивности болевого синдрома (по ЦРШ) у пациентов обследованных групп. После проведенного оперативного лечения в основной и контрольной группах интенсивность болевого синдрома снизилась на 86% и 71%, соответственно, что было расценено, как существенное улучшение и объяснялось правильным отбором пациентов на операцию с учетом показаний и противопоказаний,

технически правильно выполненном оперативном пособии. Спустя 3 месяца после операции происходило дальнейшее снижение интенсивности болевого синдрома, более выраженное у пациентов основной группы (на 98% и 83%, соответственно), что свидетельствует об эффективности разработанного и примененного метода медицинской реабилитации у пациентов с компрессионной радикулопатией в послеоперационном периоде.

Наблюдение за мануально-мышечными параметрами в динамике позволило установить, что регрессирование пареза констатировано у 34 (97%) больных основной группы против 27 (87%) – в контрольной. Это также подтверждает высокую эффективность разработанной нами технологии медицинской реабилитации у пациентов с радикулопатией после проведенного оперативного лечения в аспекте восстановления нарушенных двигательных функций. Данный факт положительно сказывается на функциональных возможностях пациента, а, следовательно, улучшает основные показатели КЖ.

K. Sathian et al. (2011) в своем исследовании описали модель восстановления парезов конечностей после травмы центральной нервной системы и наблюдали довольно предсказуемую динамику восстановления в большинстве ситуаций [164]. Исследователи пришли к выводу, что наибольшее восстановление моторики происходит в течение первых 3 месяцев после травмы, при этом более выраженное восстановление отмечается в первые 4-8 недель и примерно через 12 недель достигает своего плато.

H.P. Moussellard et al. (2014) описали характер выздоровления после миелопатии на шейном уровне и отметили, что неврологическое восстановление после хирургической декомпрессии происходило очень быстро в течение первого месяца и затем стабилизировалось, достигая плато к 12 месяцам [143]. Это также было подтверждено в исследовании V.K. Viswanathan et al. (2019), где основная часть пациентов продемонстрировала восстановление неврологического дефицита во время первого послеоперационного осмотра – через 2 месяца выздоровел 41 из 45 пациентов (91,1%) [179].

Результаты исследования позволяют констатировать, что разработанный метод реабилитации нарушенной двигательной функции нижних конечностей у пациентов с компрессионной радикулопатией, обусловленной ГМПД поясничного уровня, после оперативного лечения в форме микродискэктомии, имеет этиопатогенетически направленное действие, восстанавливая нарушенную функцию мышц нижней конечности и улучшая двигательную активность как пораженной, так и непораженной конечности.

Таким образом, проведение патогенетической терапии компрессионной радикулопатии в форме оперативного лечения у пациентов обеих групп приводило к статистически значимому улучшению показателей КЖ по шкале Освестри уже в ранние сроки и полному регрессу выраженных нарушений КЖ. Данная тенденция сохранилась и спустя 3 месяца с более значительным улучшением КЖ у пациентов основной группы после проведения реабилитационных мероприятий, что выражалось в статистически значимом отличии среднего балла по опроснику Освестри (5,39±2,13 и 11,19±5,80 баллов, соответственно, у пациентов основной и контрольной групп). Данное обстоятельство свидетельствует о положительном влиянии разработанных реабилитационных подходов на основные параметры КЖ пациентов после оперативного лечения по поводу компрессионной радикулопатии вследствие ГМПД на поясничном уровне.

Полученные результаты могут быть использованы у пациентов с компрессионной радикулопатией вследствие ГМПД поясничного отдела включая метод ИКД для диагностики двигательных нарушений и последующей реабилитации с целью повышения эффективности лечебно-восстановительных мероприятий и сокращения сроков реабилитационного процесса.

ВЫВОДЫ

1. Использование метода аппаратной изокинетической динамометрии позволяет объективно оценить выраженность моторного дефицита у пациентов с компрессионной радикулопатией при грыжах межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника, позволяя своевременно рекомендовать декомпрессивное оперативное вмешательство. Снижение максимального крутящего момента в индикаторной мышце пораженной конечности на 20% и более по сравнению со здоровой конечностью достоверно ($p<0,01$) указывает на компрессию нерва и является показанием к оперативному лечению.

2. Проведенная микрохирургическая декомпрессия корешков поясничного отдела позвоночника статистически значимо ($p<0,01$) эффективна в динамике восстановлении двигательной функции пораженной нижней конечности по результатам объективной оценки метода аппаратной изокинетической динамометрии в сравнении с предоперационными значениями.

3. Использование аппарата изокинетической динамометрии в раннем послеоперационном периоде поясничной микродискэктомии для оценки парезов нижних конечностей статистически значимо ($p<0,01$) позволяет определить дальнейшую необходимость реабилитации пациентов при сохранении разницы мышечной силы пораженной и интактной конечности более 20%.

4. Разработанный алгоритм реабилитации пациентов с применением метода аппаратной изокинетической динамометрии с использованием не менее 15 сеансов, статистически значимо ($p<0,01$) позволяет улучшить функциональные возможности нижних конечностей после проведенной микродискэктомии на поясничном уровне по поводу компрессионной радикулопатии, что повышает качество жизни пациента по шкале Освестри на 24,7% в послеоперационном периоде относительно контрольной группы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для объективной оценки наличия пареза нижней конечности у больных с компрессионной радикулопатией на фоне грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника рекомендуется использовать аппарат изокинетической динамометрии, что позволяет точно и достоверно оценить силовые характеристики мышц пораженной конечности в сравнении со здоровой.

2. При сохранении у пациента после микродискэктомии и декомпрессии корешка в послеоперационном периоде моторного дефицита в нижней конечности показано проведение дальнейшей реабилитации с использованием аппарата изокинетической динамометрии, что значительно ускорит процесс восстановления силы конечности, улучшит качество жизни пациента, сократит количество дней нетрудоспособности.

3. При выборе методов нейрореабилитации двигательных нарушений в послеоперационном периоде следует отдать предпочтение аппаратной изокинетической динамометрии как наиболее эффективному и безопасному методу с щадящим воздействием на все группы мышц пораженной конечности (алгоритм представлен на страницах 49-53) .

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

вМКрМ – время максимального крутящего момента
ГБУЗ СК ГКБ СМП г. Ставрополя – Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ставропольского края «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи г. Ставрополя»
ГБУЗ СК «СККБ» – Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ставропольского края «Ставропольская краевая клиническая больница»
ГМПД – грыжа межпозвонковых дисков
ИКД – изокинетическая динамометрия
ИК – изокинетика
ИМ – изометрия
ИМТ – индекс массы тела
КЖ – качество жизни
Кон – концентрика
КТ – компьютерная томография
ЛФК – лечебная физкультура
МКрМ – максимальный крутящий момент
МПД – межпозвонковые диски
МРТ – магнитно-резонансная томография
ПВМ – пиковый вращающий момент
ПВМ/ВТ – процентное соотношение пикового вращающего момента к весу тела
ПДДЕ – потенциал действия двигательной единицы
ПДС – позвоночно-двигательный сегмент
ПНС – периферическая нервная система
СКФО – Северо-Кавказский федеральный округ
СПВ – скорость проведения возбуждения
СПИ – скорость проведения импульса
уМКрМ – угол максимального крутящего момента
ЦРШ – цифровая рейтинговая шкала
Экс – эксцентрика
ЭМГ – электромиография
ЭНМГ – электронейромиография
Gc – m. Gastrocnemius
ODI – Osvestry Disability Index
RPQ – Roland-Morris Disability Questionary
Tb – m. Tibialis anterior

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аль-Замиль, М. Прямая транскожная электронейростимуляция при лечении патологий периферической нервной системы / М. Аль-Замиль, Н. Г. Куликова, И. А. Миненко, Е. С. Васильева // Физиотерапевт. – 2020. – № 3. – С. 57-69.

2. Арьков, В. В. Показатели изокинетической динамометрии мышц бедра у спортсменов после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава / В. В. Арьков, О. Н. Миленин, З. Г. Орджоникидзе // Журнал «Лечебная физкультура и спортивная медицина». – 2011. – Т. 96, № 12. – С. 33-36.

3. Бадтиева, В. А. Лазерная терапия больных гипертонической болезнью с коронарной недостаточностью: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.34 / Бадтиева Виктория Асламбековна. – М., 1995. – 24 с.

4. Бадтиева, В. А. Немедикаментозные методы лечения хронической венозной недостаточности: современное состояние проблемы / В. А. Бадтиева, Н. В. Трухачева, Д. Б. Кульчицкая // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2010. – № 2. – С. 54-59.

5. Бадтиева, В. А. Низкочастотное «бегущее» магнитное поле в лечении больных хронической венозной недостаточностью нижних конечностей / В. А. Бадтиева, Н. В. Трухачева, Т. В. Апханова // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – Т. 55, № 3. – С. 10-14.

6. Бадтиева, В. А. Физические факторы в лечении больных артериальной гипертонией с ассоциированной ИБС: автореф. дис. ... док. мед. наук: 14.00.34 / Бадтиева Виктория Асламбековна. – М., 2002. – 44 с.

7. Бариева, Ю. Б. Роль физических нагрузок и питьевых минеральных вод в профилактике и лечении абдоминального ожирения – основы метаболического синдрома / Ю. Б. Бариева, А. С. Кайсинова, Л. А. Ботвинева, Н. А. Самсонова // Физиотерапия, бальнеология, реабилитация. – 2017. – Т. 16, № 5. – С. 228-233.

8. Баринов, А. Н. Невропатический болевой синдром при болях в спине / А. Н. Баринов // Трудный пациент. – 2011. – Т. 9, № 1. – С. 17-23.

9. Барулин, А. Е. Возможности иглорефлексотерапии в лечении миофасциального шейно-плечевого болевого синдрома у спортсменов / А. Е. Барулин, А. Е. Клаучек // Российский журнал боли. – 2023. – Т. 21, № 4. – С. 18-23.

10. Барулин, А. Е. Эффективность применения миорелаксантов при нижнем перекрестном синдроме / А. Е. Барулин, О. В. Курушина, Б. М. Калинченко // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2021. – Т. 121, № 9. – С. 38-43.

11. Барулин, А. Е. Реабилитация при хронических болевых синдромах в области спины с применением хондропротекторов. Клинический случай / А. Е. Барулин, О. В. Курушина, Б. М. Калинченко // Нервные болезни. – 2020. – № 3. – С. 39-43.

12. 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.

13. Воронов, А. В. Физиологический поперечник и сила мышц-разгибателей коленного сустава в зависимости от уровня физической подготовленности / А. В. Воронов, А. А. Воронова, П. В Квашук, Р. В. Малкин // Вестник спортивной науки. – 2019. – № 5. – С. 31-35.

14. Вышлова, И. А. Реабилитация пациентов с хронической болью в нижней части спины / И. А. Вышлова, С. М. Карпов, А. И. Раевская, И. В. Реверчук // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2022. – Т. 122, № 6. – С. 14-19.

15. 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. 140, № 11. – С. 46-50.

16. Гореликов, А. Е. Реабилитация больных с синдромом оперированного позвоночника с осложненным течением послеоперационного периода после дискэктомии / Гореликов А.Е., Мельникова Е.А., Разумов А.Н. [и др.] // Вопросы

курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94, № 5. – С. 40-47.

17. Гурылева, М. Э. Критерии качества жизни в медицине и кардиологии / М. Э. Гурылева, М. В. Журавлева, Г. Н. Алеева // Русский медицинский журнал. – 2006. – Т 14, № 10. – С. 761-763.

18. Данилов, А. Б. Биологические и патологические аспекты боли / А. Б. Данилов // Болевые синдромы в неврологической практике / под ред. В. Л. Голубева. – 4-е изд. – Москва : Медпресс-информ, 2010. – С. 20-32.

19. Дегенеративные заболевания позвоночника: Клинические рекомендации / А. В. Крутько, Е. С. Байков, О. Н. Леонова [и др.] / М., 2021. – 72 с.

20. Диагностика и лечение неврологических осложнений поясничного остеохондроза / В. А. Шустин, В. Е. Парфенов, С. В. Топтыгин [и др.]. – СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2006. – 168 с.

21. Думцев, В. В. Возможности коррекции биомеханических нарушений тазового региона с помощью оригинального метода биологической обратной связи / В. В. Думцев, А. Е. Барулин // Российский журнал боли. – 2021. – Т. 19, № 1. – С. 31-35.

22. Ефименко, Н. В. Вращающееся магнитное поле в комплексе курортного лечения больных с метаболическим синдромом / Н. В. Ефименко, А. П. Демченко, А. С. Кайсинова // Цитокины и воспаление. – 2012. – Т. 11, № 3. – С. 67.

23. Здоровье здорового человека: Учебное пособие / Т. А. Айвазян, И. Э. Александрова, Е. В. Ануфриева [и др.] / М., 2016. – 624 с.

24. Здравоохранение в России. 2021: Стат.сб./Росстат. – М., 2021. – 171 с.

25. Кайсинова, А. С. Система медицинских технологий санаторно-курортной реабилитации больных с эрозивно-язвенными эзофагогастродуоденальными заболеваниями: автореф. дис. док. мед. наук: наук: 14.03.11, 14.01.04 / Кайсинова Агнесса Сардоевна. – Пятигорск, 2013. – С. 46.

26. Кайсинова, А. С. Динамическая электронейростимуляция в медицинской реабилитации хронического панкреатита на курорте / А. С.

Кайсинова, И. В. Качмазова, А. Н. Глухов, Г. А. Меркулова // Курортная медицина. – 2015. – № 2. – С. 102-104.

27. Капустина, Н. В. Биомеханическая характеристика околосуставных мышц у спортсменов с посттравматической хондропатией коленных суставов / Н. В. Капустина, Е. Н. Запольнова // Российский журнал биомеханики. – 2014. – Т. 18, № 1. – С. 83-89.

28. Карлов, В. А. Неврология : Руководство для врачей / М.: МИА, 1999. – 620 с.

29. Климов, В. С. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов различных возрастных групп с грыжами межпозвонковых дисков / В. С. Климов, Е. А. Лопарев, А. В. Евсюков [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2020. – Т. 17. № 3. – С. 66-80.

30. Клинические рекомендации по диагностике и лечению грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника / А. О. Гуща, Н. А. Коновалов, О. Н. Древаль [и др.]. – Москва, 2014. – 20 с.

31. Коновалов, Н. А. Опыт применения перкутанной эндоскопической дискэктомии в лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника / Н. А. Коновалов, Д. С. Асютин, В. А. Королишин [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2017. – Т. 81, № 5. – С. 56-62.

32. Корниенко, В. Н. Диагностическая нейрорадиология / В. Н. Корниенко, И. Н. Пронин. – Москва, 2014. – Т. 5. – 688 с.

33. Котенко, К. В. Инструкция по проведению дополнительных методов обследования и реабилитации спортсменов / К. В. Котенко, В. В. Уйба, Н. Б. Корчажкина [и др.]. – Москва, 2012. – 25 с.

34. Кривошапкин, А. Л. Лечебно-диагностическая ценность трансфораминальных эпидуральных блокад у пациентов с грыжами межпозвонкового диска и корешковой болью: аналитический обзор литературы / А. Л. Кривошапкин, И. Д. Савицкий, Г. С. Сергеев [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2020. – Т. 17, № 3. – С. 53-65.

35. Крутько, А. В. К вопросу об объеме предоперационных радиологического и томографического обследований пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника / А. В. Крутько, А. Д. Сангинов // Хирургия позвоночника. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 66-75.

36. Кузина, Л. А. Оценка эффективности применения препарата габапентин в терапии нейропатического болевого синдрома различного генеза / Л. А. Кузина, Г. С. Кайшибаев // Медицина Алматы. – 2019. – Т. 204, № 6. – С. 9-13.

37. 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.

38. Куликова, Н. Г. Медико-социальные особенности больных трудоспособного возраста с первичной инвалидностью / Н. Г. Куликова, С. Ш. Камурзоева // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – Т. 22, № 2. – С. 14-16.

39. Куликова, Н. Г. Влияние низкоинтенсивной инфракрасной лазеротерапии на эндокринную функцию пациентов климактерическими нарушениями / Н. Г. Куликова, В. Е. Илларионов, К. В. Орехов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1996. – № 5. – С. 25-26.

40. Курушина, О. В. Боль в спине: просто о сложном или сложно о простом? / О. В. Курушина, А. Е. Барулин // РМЖ. Медицинское обозрение. – 2021. – Т. 5, № 10. – С. 642-647.

41. Левин, О. С. Общие механизмы патогенеза нейродегенеративных и цереброваскулярных заболеваний и возможности их коррекции / О. С. Левин, А. Н. Боголепова, В. Ю. Лобзин // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2022. – Т. 122, № 5. – С. 11-16.

42. Лила, А. М. Длительное многоцентровое наблюдательное исследование препарата Алфлутоп в России: применение у пациентов с хронической болью в спине (сообщение 3) / А. М. Лила, А. Е. Каратеев, Л. И. Алексеева [и др.] // Современная ревматология. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 70-75.

43. Маллаева, Р. М. Усиление фармакологического потенциала медикаментозной терапии при лечении больных хроническим панкреатитом путём использования лечебных физических факторов / Р. М. Маллаева, А. Н. Махинько, М. Б. Узденов // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2020. – Т. 19, № 5. – С. 293-298.

44. Мусорина, В. Л. Диагностика и лечение миофасциальных болевых синдромов пояснично-крестцовой локализации у больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника: Автореферат дисс. канд. мед. наук: 14.01.11 / Мусорина Вера Леонидовна. – М., 2021. – 24 с.

45. Неврология: Национальное руководство: В 2-х т. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Е. И. Гусева, А. Н. Коновалова, В. И. Скворцовой. – Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2022. – Т. 1. – 880 с.

46. Николаев, С. Г. Атлас по электромиографии / С. Г. Николаев. – Иваново : ИПК «ПресСто», 2010. – 468 с.

47. Новик, А. А. Руководство по исследованию качества жизни в медицине / А. А. Новик, Т. И. Ионова. – Москва : Олма Медиа Групп, 2007. – 320 с.

48. Оглазнев, К. Я. Анатомо-рентгенологическое обоснование микрохирургических методов лечения межпозвонковых грыж пояснично-крестцового отдела позвоночника / К. Я. Оглазнев, И. И. Каган, Л. И. Левошко // Вопросы нейрохирургии. – 1994. – № 3. – С. 24-27.

49. Одинак, М. М. Клиническая диагностика в неврологии : руководство для врачей / М. М. Одинак, Д. Е. Дыскин. – Санкт Петербург : СпецЛит, 2010. – 528 с.

50. Оранский, И. Е. Системный подход к сохранению здоровья работников промышленных предприятий / И. Е. Оранский, А. Н. Разумов, А. А.

Федоров // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – Т. 93, № 4. – С. 20-23.

51. Оранский, И. Е. Вопросы стратегии адаптации, тактики лечения, гармонизации биоритмов в курортной медицине (дискуссионная статья) / / И. Е. Оранский, А. А. Федоров, А. Н. Разумов // Курортная медицина. – 2015. – № 4. – С. 94-97.

52. Парфенов, В. А. 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.

53. Петрова, М. С. Динамика показателей метаболического обмена и состояния кровообращения нижних конечностей после проведения тракционного вытяжения у пациентов с пояснично-крестцовыми дорсопатиями / М. С. Петрова, Т. К. Рузова, К. В. Котенко, Н. Б. Корчажкина // Физиотерапевт. – 2013. – № 6. – С. 25-30.

54. Подчуфарова, Е. В. Боль в спине / Е. В. Подчуфарова, Н. Н. Яхно. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 368 с.

55. Попелянский, Я. Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология): Руководство для врачей / Я. Ю. Попелянский. – Москва : МЕД пресс-информ, 2011. – 672 с.

56. Применение шкал и анкет в обследовании пациентов с дегенеративным поражением поясничного отдела позвоночника : Методические рекомендации / В. А. Бывальцев, Е. Г. Белых, Н. В. Алексеева, В. А. Сороковиков. – Иркутск: ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН, 2013. – 32 с.

57. 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.

58. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 24.12.2012 N 1547н «Об утверждении стандарта специализированной медицинской помощи при поражении межпозвонкового диска и других отделов позвоночника с радикулопатией (консервативное лечение)».

59. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 31.07.2020 N 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых».

60. Рачин, А. П. Доказательная эффективность и безопасность применения комбинации витаминов группы В (тиамина, пиридоксина и цианокобаламина) в сочетании с диклофенаком натрия для лечения острой боли в спине / А. П. Рачин, М. Н. Шаров, С. А. Рачин [и др.] // РМЖ. – 2022. – № 4. – С. 26-32.

61. Реабилитация в травматологии и ортопедии: руководство (3-е издание, переработанное и дополненное) / В. А. Епифанов, А. В. Епифанов, М. С. Петрова [и др.] / М., ООО «ГЕОТАР-Медиа», 2021. – 560 с.

62. Селиверстова, Е. Г. Исходы микрохирургической декомпрессии корешков спинного мозга на поясничном уровне / Е. Г. Селиверстова, М. В. Синкин, А. Ю. Кордонский [и др.] // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко. – 2023. – Т. 87, № 3. – С. 47-55.

63. Топическая диагностика заболеваний нервной системы: руководство для врачей / А. А. Скоромец, А. П. Скоромец, Т. А. Скоромец; под ред. А. В. Амелина, Е. Р. Баранцевича. – Санкт Петербург : Политехника, 2017. – 663 с.

64. Узденов, М. Б. Оценка эффективности профилактического приема модифицированных минеральных вод по данным мониторинга показателей перекисного гомеостаза в эксперименте / М. Б. Узденов // Курортная медицина. – 2021. – № 4. – С. 88-91.

65. Физическая и реабилитационная медицина: национальное руководство / под. ред. Г.Н. Пономаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 912 с.

66. Хусейн, М. М. Влияние кинезиотейпирования на показатели стабилометрии и изокинетической динамометрии при восстановлении пациентов после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава / М. М. Хусейн, Н. М. Валеев, В. В. Арьков // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2016. – Т. 135, № 5. – С. 241-246.

67. Чекерес, П. П. Недостаточность проприоцептивного контроля после пластики ПКС как причина повторных травм коленного сустава у профессиональных спортсменов / П. П. Чекерес, М. В. Будашкина, В. В. Муханов, А. А. Карпашевич // Клиническая практика. – 2015. – № 3-4. – С. 95-98.

68. Черкашов, А. М. Лечение остеохондроза поясничного отдела позвоночника методом чрескожной лазерной дискэктомии / А. М. Черкашов, Г. И. Назаренко, Г. М. Бурмакова, С. П. Миронов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1999. – № 2. – С. 19-23.

69. Черненко, О. А. Соотношение клинических данных и результатов магнитно-резонансной томографии при болях в пояснице / О. А. Черненко, Т. А. Ахадов, Н. Н. Яхно // Неврологический журнал. – 1996. – Т. 2. – С. 12-16.

70. Шатохин, А. А. Оценка динамики моторного дефицита у пациентов после удаления грыжи межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника / С. М. Карпов, С. П. Бажанов [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 203.

71. Широков, В. А. Боль в спине: от диагноза к лечению / В. А. Широков // Manage Pain. Управляй болью. – 2014. – № 2. – С. 3-6.

72. Шпагин, М. В. Сравнительный анализ эффективности малоинвазивных вмешательств в лечении дискогенных дорсопатий: Автореферат дис. канд. мед. наук. – М. 2010. – 23 с.

73. Шустин, В. А. Диагностика и лечение неврологических осложнений поясничного остеохондроза / В. А. Шустин, В. Е. Парфенов, С. В. Топтыгин [и др.]. – СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2006. – 168 с.

74. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний / Б. М. Гехт, Л. Ф. Касаткина, М. И. Самойлов [и др.]. – Таганрог : ТРТУ, 1997. – 370 с.

75. Электромиография: клинический практикум / С. Г. Николаев. – Иваново : ПресСто, 2013. – 394 с.

76. Яхно, Н. Н. Циклобензаприн: новые возможности фармакотерапии боли в спине. Заключение Совета экспертов / Н. Н. Яхно, А. В. Амелин, Л. Р. Ахмадеева [и др.] // Российский журнал боли. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 88-94.

77. Abhinav, K. Postoperative Evaluation of Pain and Disability in Patients Undergoing Spinal Discectomy / K. Abhinav, D. Jadhav, A. K. Agrawal [et al.] // Cureus. – 2023. – V. 15, No 12. – P. 49963.

78. Adsuar, J. C. Test-retest 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. – V. 92, No 10. – P. 1646-1651.

79. Ambrossi, G. L. G. Recurrent lumbar disc herniation after single-level lumbar discectomy: incidence and health care cost analysis / G. L. G. Ambrossi, M. J. McGirt, D. M. Sciubba [et al.] // Neurosurgery. – 2009. – V. 65. – P. 574-578.

80. Andersson, G. B. Epidemiological features of chronic low-back pain / G. B. Andersson // Lancet. – 1999. – V. 354 (9178). – P. 581-585.

81. Asatiani, N. Bffects of cr (vi) long-term and low-dose action on mammalian antioxidant enzymes (an in vitro study) / N. Asatiani, N. Sapojnikova, M. Abuladze [et al.] // Journal of Inorganic Biochemistry. – 2004. – V. 98. – C. 490.

82. Ay, B. K. Does the presence of radiculopathy affect sleep quality and lower extremity functionality in neuropathic low back pain? / B. K. Ay, M. Tuna // Rev. Assoc Med Bras (1992). – 2023. – V. 69, No 9. – P. 20230459.

83. Balaji, V. R. Recovery of severe motor deficit secondary to herniated lumbar disc prolapse: is surgical intervention important?: a systematic review / V. R. Balaji, K. F. Chin, S. Tucker [et al.] // Eur. Spine. J. – 2014. V. 23. – P. 1968-1977.

84. Berry, J. A. A Review of Lumbar Radiculopathy, Diagnosis, and Treatment / J. A. Berry, C. Elia, H. S. Saini, D. E. Miulli // Cureus. – 2019. – V. 17, No 11 (10). – P. 5934.

85. Bhargava, D. Surgical outcome for foot drop in lumbar degenerative disease / Bhargava D., Sinha P., Odak S. [et al.] // Global. Spine J. – 2012. – V. 2. – P. 125-128.

86. Bise, S. Transforaminal versus interlaminar CT-guided lumbar epidural steroid injections: prospective study of 237 patients with unilateral radicular pain and up to 5 years of follow-up / S. Bise, B. Langlet, L. Pesquer [et al.] // Skeletal Radiol. – 2023. – V. 52, No 10. – P. 1959-1967.

87. Bowling, A. Measuring Health: a review of quality of life measurement scales / A. Bowling ; 2nd edition. – Philadelphia : Open University Press, 1997. – 160 p.

88. Brock, M. Lumbar microdiscectomy: subperiosteal versus transmuscular approach and influence on the early postoperative analgesic consumption / M. Brock, P. Kunkel, L. Papavero // Eur. Spine J. – 2008. – Vol. 17. – P. 518-522.

89. Bruno, F. Advanced MRI imaging of nerve roots in lumbar radiculopathy due to discoradicular conflict: DWI, DTI, and T2 mapping with clinical and neurophysiological correlations / F. Bruno, A. Marrelli, E. Tommasino [et al.] // Radiol Med. – 2022. – V. 127, No. 11. – P. 1270-1276.

90. Calvert, M. Reporting of patient-reported out-comes in randomized trials: the CONSORT PRO extension / M. Calvert, J. Blazeby, D. G. Altman [et al.] // JAMA. – 2013. – Vol. 309, No 8. – P. 814-822.

91. Chang, W. D. Core strength training for patients with chronic low back pain / W. D. Chang, H. Y. Lin, P. T. Lai // J. Phys. Ther. Sci. – 2015. – V. 27, No 3. – P. 619-622.

92. Chen, H. W. Epidural Steroid Injections and the Risk of Osteoporosis in Lumbar Spondylosis Patients: A Nationwide Population-Based Cohort Study / H. W. Chen, W. T. Wu, J. H. Wang [et al.] // Pain Physician. – 2023. – V. 26, No 3. – P. 307-316.

93. Chester, R. Reliability of isokinetic dynamometry in assessing plantarflexion torque following Achilles tendon rupture / R. Chester, M. L. Costa, L. Shepstone, S. T. Donell // Foot. Ankle. Int. – 2003. – V. 24, No 12. – P. 909-915.

94. Cho, S. Analysis of Conservative Treatment Trends for Lumbar Disc Herniation with Radiculopathy in Korea: A Population-Based Cross-Sectional Study / S. Cho, Y. C. Lim, E. J. Kim [et al.] // Healthcare (Basel). – 2023. – V. 11, No 16. – P. 2353.

95. Coates, A. S. For the Australian New Zealand Breast Cancer Trials Group. Prognostic value of quality of life scores during chemotherapy for advanced breast cancer / A. S. Coates, V. Gebski, D. Signorini [et al.] // J. Clin. Oncol. – 1992. – V. 10. – P. 1833-1838.

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

97. Costandi, S. J. Cervical transforaminal epidural steroid injections: Diagnostic andtherapeutic value / S. J. Costandi, G. Azer, Y. Eshraghi [et al.] // Reg Anesth Pain Med. – 2015. – V. 40. – P. 674-680.

98. D'Antonio, N. D. Patient-specific Risk Factors Increase Episode of Care Costs After Lumbar Decompression / N. D. D'Antonio, M. J. Lambrechts, D. Trenchfield [et al.] // Clin. Spine Surg. – 2023. – V. 36, No 8. – P. 339-344.

99. Derby, R. Size and aggregation of corticosteroids used for epidural injections / R. Derby, S. H. Lee, E. S. Date [et al.] // Pain Med. – 2008. V. 9, No 2. – P. 227-234.

100. Dhandapani, K. Functional Outcomes and Successful Predictors of Lumbar Transforaminal Epidural Steroid Injections (LTFESIs) for Lumbar Radiculopathy Under Fluoroscopic Guidance: A Prospective Study / K. Dhandapani, D. Som, P. Muthiahpandian [et al.] // Cureus. – 2023. – V. 15, No 12. – P. 50257.

101. Dhatt, S. Outcome of spinal decompression in Cauda equina syndrome presenting late in developing countries: case series of 50 cases / S. Dhatt, N. Tahasildar, S. K. Tripathy [et al.] // Eur. Spine J. – 2011. – V. 20. – P. 2235-2239.

102. Dodwad, S-N. M. Lumbar discectomy review / S-N. M. Dodwad, S-J. M. Dodwad, J. W. Savage // Oper. Tech. Orthop. – 2015. – V. 25. – P. 177-186.

103. Dove, L. How effective are physiotherapy interventions in treating people with sciatica? A systematic review and meta-analysis / L. Dove, G. Jones, L. A. Kelsey [et al.] // Eur. Spine J. – 2023. – V. 32, No 2. – P. 517-533.

104. Downie, W. W. Studies with pain rating scales / W. W. Downie, P. A. Leatham, V. M. Rhind [et al.] // Ann. Rheum. Dis. – 1978. – V. 37. – P. 378-381.

105. Fairbank, J. C. The Oswestry low back pain disability questionnaire / J. C. Fairbank, J. B. Davies // Physiotherapy. – 1980. – V. 66. – P. 271-273.

106. Fairclough, D. Method of analysis for longitudinal studies of healthrelated quality of life / D. Fairclough // Qualiti of Life Assessment in Clinical Trials. Oxford-New York-Tokyo : University Press, 1998. – P. 227-247.

107. Foreman, M. Management Considerations for Total Intervertebral Disc Replacement / M. Foreman, A. Patel, A. Nguyen [et al.] // World Neurosurg. – 2024. – V. 181. – P. 125-136.

108. França, F. R. Effects of muscular stretching and segmental stabilization on functional disability and pain in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled trial / F. R. França, T. N. Burke, R. R. Caffaro [et al.] // J. Manip Physiol. Ther. – 2012. – V. 35, No 4. – P. 279-285.

109. Gao, Q. Lumbar Disc Herniation with Contralateral Symptoms: A Case-Series of 11 Patients and Literature Review / Q. Gao, H. Yang, U. Masood [et al.] // Orthop Surg. – 2023. – V. 15, No 11. – P. 2839-2847.

110. Ghahreman, A. Recovery of ankle dorsiflexion weakness following lumbar decompressive surgery / A. Ghahreman, R. D. Ferch, P. Rao [et al.] // J. Clin. Neurosci. – 2009. – V. 16. – P. 1024-1027.

111. Gitelman, A. Cauda equina syndrome: a comprehensive review / A. Gitelman, S. Hishmeh, B. N. Morelli [et al.] // Am. J. Orthop. (Belle Mead N.J.). – 2008. – V. 37. – P. 556-562.

112. Habets, B. Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles / B. Habets,

J. B. Staal, M. Tijssen, R. van Cingel // BMC. Res. Notes. – 2018. – V. 10, No 11 (1). – P. 15.

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. – V. 27. – P. 94-100.

114. Halperin, S. J. Lumbar Laminotomy: Variables Affecting 90-day Overall Reimbursement / S. J. Halperin, M. M. Dhodapkar, M. Gouzoulis [et al.] // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2023 – V. 23. – P. 365.

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

116. Hashimoto, H. Discriminative validity and responsiveness of the Oswestry Disability Index among Japanese outpatients with lumbar conditions / H. Hashimoto, M. Komagata, O. Nakai [et al.] // Eur Spine J. – 2006. – V. 15. – P. 1645-1650.

117. Heidari, B. 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. – V. 18, No 4. – P. 288-299.

118. Heran, M. K. Spinal injection procedures: a review of concepts, controversies, and complications / M. K. Heran, A. D. Smith, G. M. Legiehn // Radiol. Clin. North. Am. – 2008. – V. 46, No 3. – P. 487-514.

119. Huysmans, E. 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. – V. 131, No 3. – P. 572-585.

120. Huysmans, E. Experimental Pain Measurements Do Not Relate to Pain Intensity and Pain Cognitions in People Scheduled for Surgery for Lumbar Radiculopathy / E. Huysmans, L. Goudman, W. Van Bogaert [et al.] // Pain Med. – 2023. – V. 24, No 2. – P. 139-149.

121. Iizuka, Y. Foot drop due to lumbar degenerative conditions: mechanism and prognostic factors in herniated nucleus pulposus and lumbar spinal stenosis / Y. Iizuka, H. Iizuka, S. Tsutsumi [et al.] // J. Neurosurg. Spine. – 2009. – V. 10. – P. 260-264.

122. Ju, S. Effects of an exercise treatment program on lumbar extensor muscle strength and pain of rehabilitation patients recovering from lumbar disc herniation surgery / S. Ju, G. Park, E. Kim // J. Phys. Ther. Sci. – 2012. – V. 24. – P. 515-518.

123. Kamp, J. P. M. CT-guided vs. fluoroscopically guided transforaminal epidural steroid injections for lumbar radiculopathy: a comparison of efficacy, safety and cost / J. P. M. Kamp, J. Bartlett, A. Fahmy [et al.] // Arch. Orthop. Trauma. Surg. – 2023. – V. 43, No 5. – P. 2355-2361.

124. Kasir, R. The Duration of Symptoms Influences Outcomes After Lumbar Microdiscectomies: A Michigan Spine Surgery Improvement Collaborative / R. Kasir, P. Zakko, S. Hasan [et al.] // Global. Spine. J. – 2023. – V. 10. – P. 1177.

125. Kesikburun, S. The effectiveness of cervical transforaminal epidural steroid injection for the treatment of neck pain due to cervical disc herniation: long-term results / S. Kesikburun, B. Aras, B. Kelle [et al.] // Pain Manag. – 2018. – V. 8. – P. 321-326.

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

127. Klassen, O. 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. – V. 8, No 2. – P. 305-316.

128. Knight, J. Does low-back pain improve after decompressive spinal surgery? A prospective observational study from the British Spine Registry / J. Knight, R. Rangnekar, D. Richardson [et al.] // J. Neurosurg Spine. – 2023. – V. 39, No 4. – P. 583-592.

129. Korse, N. S. Cauda Equina Syndrome: presentation, outcome, and predictors with focus on micturition, defecation, and sexual dysfunction / N. S. Korse, J. A. Pijpers, E. van Zwet [et al.] // Eur. Spine. J. – 2017. – V. 26. – P. 894-904.

130. Kreiner, D. S. 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. – V. 14, No 1. – P. 180-191.

131. Kumar, S. S. Peripheral nerve blocks for the management of lumbo-sacral radiculopathy: A prospective study / S. S. Kumar, A. Kumar, P. Talawar [et al.] // Saudi J. Anaesth. – 2023. – V. 7, No 3. – P. 353-358.

132. Lavelle, W. F. Interventional techniques for back pain / W. F. Lavelle, E. D. Lavelle, H. S. Smith // Clin. Geriatr. Med. – 2008. – V. 24, No 2. – P. 345-368.

133. Le, V. T. Transforaminal injection of autologous platelet-rich plasma for lumbar disc herniation: A single-center prospective study in Vietnam / V. T. Le, L. T. Nguyen Dao, A. M. Nguyen // Asian J Surg. – 2023. – V. 46, No 1. – P. 438-443.

134. Leung, S. M. Clinical value of transforaminal epidural steroid injection in lumbar radiculopathy / S. M. Leung, W. W. Chau, S. W. Law, K. Y. Fung // Hong Kong Med, J. – 2015. – V. 21. – P. 394-400.

135. Leven, D. Risk factors for reoperation in patients treated surgically for intervertebral disc herniation: a subanalysis of eight-year SPORT data / D. Leven, P. G. Passias, T. J. Errico [et al.] // J. Bone Joint. Surg. Am. – 2015. – V. 97. – P. 1316-1325.

136. Machado, G. C. Patients with sciatica still experience pain and disability 5 years after surgery: a systematic review with meta-analysis of cohort studies / G. C. Machado, A. J. Witzleb, C. Fritsch [et al.] // Eur. J. Pain. – 2016. – V. 20. – P. 1700-1709.

137. Macnab, I. Negative disc exploration: an analysis of the cause of nerve root involvement in sixty-eight patients / I. Macnab // J. Bone Joint Surg. – 1971. – V. 53. – P. 891-903.

138. Maffiuletti, N. A. Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer / N. A. Maffiuletti, M. Bizzini, K. Desbrosses [et al.] // Clin. Physiol. Funct. Imaging. – 2007. – V. 27, No 6. – P. 346-353.

139. McGirt, M. J. Remote cognitive behavioral therapy utilizing an in-home virtual reality toolkit (Vx Therapy) reduces pain, anxiety, and depression in patients with chronic cervical and lumbar spondylytic pain: A potential alternative to opioids in

multimodal pain management / M. J. McGirt, C. M. Holland, S. H. Farber [et al.] // N. Am. Spine Soc. J. – 2023. – V. 16. – P. 100287.

140. McGregor, A. The evaluation of the surgical management of nerve root compression in patients with low back pain: Part 1: the assessment of outcome / A. McGregor, S. Hughes // Spine. – 2002. – V. 27. – P. 1465-1470.

141. Millhouse, P. W. Microdiscectomy for a Paracentral Lumbar Herniated Disk / P. W. Millhouse, G. D. Schroeder, M. F. Kurd [et al.] // Clin. Spine. Surg. – 2016. – V. 29. – P. 17-20.

142. Moon, H. J. Effect of lumbar stabilization and dynamic lumbar strengthening exercises in patients with chronic low back pain / H. J. Moon, K. H. Choi, D. H. Kim [et al.] // Ann. Rehabil. Med. – 2013. – V. 37, No 1. – P. 110-117.

143. Moussellard, H. P. Early neurological recovery course after surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy: a prospective study with 2-year follow-up using three different functional assessment tests / H. P. Moussellard, A. Meyer, D. Biot [et al.] // Eur. Spine. J. – 2014. – V. 23. – P. 1508-1514.

144. National Institute for Health and Care Excellence. Low back pain and sciatica in over 16s: assessment and management (NICE guideline NG59) / Published date: 30 November 2016. [Electronic resource]. URL: https://www.nice.org.uk/guidance/ng59.

145. Oosterhuis, T. Rehabilitation after lumbar disc surgery / T. Oosterhuis, L. O. Costa, C. G. Maher [et al.] // Cochrane Database Syst. Rev. – 2014. – V. 3. – P. 3007.

146. Oosterhuis, T. 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.] // Journal of Physiotherapy. – 2017. – V. 63. – P. 144-153.

147. Orri, J. C. Technical report: reliability and validity of the iSAM 9000 isokinetic dynamometer / J. C. Orri, G. F. Darden // J. Strength Cond Res. – 2008. – V. 22, No 1. – P. 310-317.

148. Osterman, H. Effectiveness of microdiscectomy for lumbar disc herniation: a randomized controlled trial with 2 years of follow-up / H. Osterman, S. Seitsalo, J. Karppinen [et al.] // Spine (Phila Pa 1976). – 2006. – V. 31. – P. 2409-2414.

149. Ozkara, G. O. Effectiveness of physical therapy and rehabilitation programs starting immediately after lumbar disc surgery / G. O. Ozkara, M. Ozgen, E. Ozkara [et al.] // Turk Neurosurg. – 2015. – V. 25. – P. 372-379.

150. Panayiotopoulos, C. P. F-waves in clinical neurophysiology: a review, methodological issues and overall value in peripheral neuropathies / C. P. Panayiotopoulos, E. Chroni // Electroencephalogr Clin Neurophysiol. – 1996. – V. 101, No 5. – P. 365-374.

151. Patriat, Q. Diagnostic Value of an Additional Sequence (Large-Field Coronal Stir) in a Routine Lumbar Spine MR Imaging Protocol to Investigate Lumbar Radiculopathy / Q. Patriat, F. V. Prigent, S. Aho [et al.] // J. Clin. Med. – 2023. – V. 12, No 19. – P. 6250.

152. Paulsen, R. T. Patient-reported Outcomes After Surgery for Lumbar Disc Herniation, a Randomized Controlled Trial Comparing the Effects of Referral to Municipal Physical Rehabilitation Versus No Referral / R. T. Paulsen, L. Y. Carreon, M. Ø. Andersen // Spine (Phila Pa 1976). – 2020. – V. 45, No 1. – P. 3-9.

153. Peul, W. C. Leiden-The Hague Spine Intervention Prognostic Study Group. Surgery versus prolonged conservative treatment for sciatica. / W. C. Peul, H. C. van Houwelingen, W. B. van den Hout [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2007. – V. 31, No 356 (22). – P. 2245-2256.

154. Phillips, L. H. Electrophysiologic mapping of the segmental anatomy of the muscles of the lower extremity / L. H. Phillips, T. S. Park // Muscle Nerve. – 1991. – V. 14, No 12. – P. 1213-1218.

155. Porterfield, J. A. Mechanical Low Back Pain. 2nd ed. – J. A. Porterfield, C. DeRosa. – Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1998. –278 p.

156. Rabanal Llevot, J. M. Efficacy of epidural infiltration in the management of pain and disability due to acute and subacute lumbosacral radiculopathy / J. M.

Rabanal Llevot, Muñoz Alonso A, Taborga Echevarría A [et al.] // Neurocirugia (Astur : Engl Ed). – 2023. – V. 39, No 4. – P. 2529-8496.

157. Rashed, S. Systematic review and meta-analysis of predictive factors for spontaneous regression in lumbar disc herniation / S. Rashed, A. Vassiliou, J. Starup-Hansen, K. Tsang // J. Neurosurg. Spine. – 2023. – V. 39, No 4. – P. 471-478.

158. Rasmussen, S. Epidural steroid following discectomy for herniated lumbar disc reduces neurological impairment and enhances recovery: a randomised study with two-year follow-up / S. Rasmussen, D. S. Krum-Møller, L. R. Lauridsen [et al.] // Spine. – 2008. – V. 33. – P. 2028-2033.

159. Reimer, M. Sensory Profiles in Patients with Low Back Pain with and Without Radiculopathy / M. Reimer, J. Witthöft, J. Greinacher [et al.] // Pain Med. – 2023. – V. 24, No 3. – P. 306-315.

160. Ruan, W. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus open lumbar microdiscectomy for lumbar disc herniation: A meta-analysis / W. Ruan, F. Feng, Z. Liu [et al.] // Int. J. Surg. – 2016. – V. 31. – P. 86-92.

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

162. Saraf, A. Transforaminal Injections of Platelet-Rich Plasma Compared with Steroid in Lumbar radiculopathy: A Prospective, Double-Blind Randomized Study / A. Saraf, A. Hussain, A. S. Sandhu [et al.] // Indian. J. Orthop. – 2023. – V. 57, No 7. – P. 1126-1133.

163. Sasaji, T. Improvement of hip abductor muscle weakness after lumbar decompressive surgery / T. Sasaji, Horaguchi K., Yamada N., Iwai K. // Ups. J. Med. Sci. – 2012. – V. 117, No 4. – P. 426-429.

164. Sathian, K. Neurological principles and rehabilitation of action disorders: common clinical deficits / K. Sathian, L. J. Buxbaum, L. G. Cohen [et al.] // Neurorehabil Neural Repair. – 2011. – V. 25, No 5. – P. 21-32.

165. Singh, V. Percutaneous lumbar disc decompression / V. Singh, R. Derby // Pain Physician. – 2006. – V. 9, No 2. – P. 139-146.

166. Srikandarajah, N. Does early surgical decompression in cauda equina syndrome improve bladder outcome? / N. Srikandarajah, M. A. Boissaud-Cooke, S. Clark, M. J. Wilby // Spine (Phila Pa 1976). – 2015. – V. 40. – P. 580-583.

167. Stafford, M. A. Sciatica: a review of history, epidemiology, pathogenesis, and the role of epidural steroid injection in management / M. A. Stafford, P. Peng, D. A. Hill // Br. J. Anaesth. – 2007. – V. 99. – P. 461-473.

168. Staquet, M. J. Quality of life assessments in clinical trials / M. J. Staquet. – Oxford-New York-Tokyo : Oxford University Press, 1998. – 360 p

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

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

171. Stratford, P. W. Development and initial validation of the back pain functional scale / P. W. Stratford, J. M. Binkley, D. L. Riddle // Spine. – 2000. – V. 25, No 16. – P. 2095-2102.

172. Tang, L.M. Postural effects on F wave parameters in lumbosacral root compression and canal stenosis / L. M. Tang, M. S. Schwartz, M. Swash // Brain. – 1988. – V. 111, No 1. – P. 207-213.

173. Thomas, K. Outcome evaluation of surgical and nonsurgical management of lumbar disc protrusion causing radiculopathy / K. Thomas, C. Fisher, M. Boyd // Spine. – 2007. – V. 32. – P. 1414-1422.

174. Thoomes, E. Conservative management for lumbar radiculopathy based on the stage of the disorder: a Delphi study / E. Thoomes, D. Falla, J. A. Cleland [et al.] // Disabil Rehabil. – 2023. – V. 45, No 21. – P. 3539-3548.

175. Toyokura, M. F-wave study in patients with lumbosacral radiculopathies / M. Toyokura, K. Murakami // Electromyogr Clin. Neurophysiol. – 1997. – V. 37, No 1. – P. 19-26.

176. Ushiyama, N. Validity of maximal isometric knee extension strength measurements obtained via belt-stabilized hand-held dynamometry in healthy adults / N. Ushiyama, Y. Kurobe, K. Momose // J. Phys. Ther. Sci. – 2017. – V. 29, No 11. – P. 1987-1992.

177. Van Cingel, R. Shoulder Dynamic Control Ratio and Rotation Range of Motion in Female Junior Elite Handball Players and Controls / R. Van Cingel, B. Habets, L. Willemsen, B. Staal // Clin. J. Sport. Med. – 2018. – V. 28, No 2. – P. 153-158.

178. Vanti, C. The effects of the addition of mechanical traction to physical therapy on low back pain? A systematic review with meta-analysis / C. Vanti, K. Saccardo, A. Panizzolo [et al.] // Acta Orthop. Traumatol. Turc. – 2023. – V. 57, No 1. – P. 3-16.

179. Viswanathan, V. K. Factors Affecting Early and 1-Year Motor Recovery Following Lumbar Microdiscectomy in Patients with Lumbar Disc Hernation: A Prospective Cohort Review / V. K. Viswanathan, R. Shanmuganathan, S. N. Aiyer [et al.] // Asian Spine J. – 2019. – V. 13, No 1. – P. 135-145.

180. Wang, Y. Foot drop resulting from degenerative lumbar spinal diseases: clinical characteristics and prognosis / Y. Wang, A. Nataraj // Clin. Neurol. Neurosurg. – 2014. – V. 117. – P. 33-39.

181. Wang, Y. X. Increased low back pain prevalence in females than in males after menopause age: evidences based on synthetic literature review / Y. X. Wang, J. Q. Wang, Z. Kaplar // Quant Imaging Med Surg. – 2016. – V. 6. – P. 199-206.

182. Waterman, B. R. Low back pain in the United States: incidence and risk factors for presentation in the emergency setting / B. R. Waterman, P. J. Belmont, A. J. Schoenfeld // Spine J. – 2012. – V. 12. – P. 63-67.

183. Weinstein, J. N. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disk herniation: the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) observational cohort / J. N. Weinstein, J. D. Lurie, T. D. Tosteson [et al.] // JAMA. – 2006. – V. 296. – P. 2451-2459.

184. Willems, S. J. The impact of being overweight or obese on 12 month clinical recovery in patients following lumbar microdiscectomy for radiculopathy / S. J. Willems, M. W. Coppieters, S. Rooker [et al.] // Spine J. – 2023. – V. 23. – P. 1529-9430.

185. Willems, S. J. 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. – V. 224. – P. 107551.

186. Zariffa, J. Characterization of neurological recovery following traumatic sensorimotor complete thoracic spinal cord injury / J. Zariffa, J. L. Kramer, J. W. Fawcett [et al.] // Spinal Cord. – 2011. – V. 49. – P. 463-471.

187. Zhao, W. Ultrasound-guided transforaminal epidural injection with fluoroscopy confirmation for the treatment of unilateral lumbar radiculopathy: A randomized controlled non-inferiority study / W. Zhao, G. Guo, Q. Wang, L. Yang // Clin. Neurol. Neurosurg. – 2023. – V. 231. – P. 107849.

188. Zhou, Y. Diagnosis and treatment for discogenic low back pain: A Review of Literature / Y. Zhou, S. Abdi // Clinical. J. of Pain. – 2006. – V. 22, No 5. – P. 468-481.