

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИМЕНИ В. А. АЛМАЗОВА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

КАЛЕДА
ПАВЕЛ ВЛАДИМИРОВИЧ

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ДВИГАТЕЛЬНЫХ И
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С МИЕЛОПАТИЕЙ
ШЕЙНОГО ОТДЕЛА

3.1.24. Неврология

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научные руководители:
доктор медицинских наук
Янишевский Станислав Николаевич
доктор медицинских наук
Жарова Елена Николаевна

Санкт-Петербург – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	15
1.1 Актуальность и социальная значимость спондилогенной шейной миелопатии у больных с шейными стенозами	15
1.2 Современные представления об этиологии и патогенезе спондилогенной шейной миелопатии	16
1.2.1 Анатомо-физиологические особенности шейного отдела позвоночника	17
1.2.2 Патофизиологические аспекты дегенеративного процесса	18
1.2.3 Сосудистая теория развития миелопатии при дегенеративных заболеваниях позвоночника	19
1.3 Особенности синдромологии и результатов нейровизуализации при спондилогенной шейной миелопатии	21
1.4 Эндогенные механизмы нейрорегенерации при миелопатии	28
1.5 Влияние коморбидной патологии на течение и прогноз неврологических исходов при спондилогенной шейной миелопатии	31
1.6 Роль международной классификации функционирования в оценке результатов реабилитации пациентов	35
1.7 Современные методы реабилитации пациентов со спондилогенной шейной миелопатией после декомпрессивной операции	36
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	47
2.1 Общая характеристика исследования и групп пациентов	47
2.1.1 Факторы, ассоциированные с исходной степенью тяжести шейной миелопатии на дооперационном этапе	50
2.2 Методы исследования	57
2.2.1 Неврологическое обследование и используемые клинические шкалы, и опросники	58

2.2.2 Оценка состояния здоровья и жизнедеятельности пациентов с помощью Международной классификации функционирования	62
2.2.3. Инструментальные методы обследования пациентов со спондилогенной шейной миелопатией	66
2.3 Методология нейрохирургического вмешательства	72
2.4 Методы восстановительного лечения в послеоперационном периоде	74
2.4.1 Методика восстановления мелкой моторики с использованием биологической обратной связи с помощью комплекса Pablo System.....	78
2.5 Методы статистической обработки полученных данных	82
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЛЕЧЕНИЯ.....	83
3.1 Характеристика двигательных и чувствительных нарушений у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией	83
3.2 Оценка предикторов, определяющих характер и динамику восстановления пациентов с СШМ после оперативного вмешательства	87
3.3 Анализ клинико- нейровизуализационных данных пациентов с шейной миелопатией.....	92
3.4 Определение индивидуального профиля функционирования по доменам МКФ у пациентов в исследуемых группах	101
3.5 Результаты анализа клинико-неврологических и нейрофизиологических итогов комбинированного лечения у пациентов с СШМ	112
3.6 Результаты корреляционного и многофакторного анализа клинических, МКФ- и нейровизуализационных показателей у пациентов с СШМ за 6 месяцев наблюдения	125
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	155
ВЫВОДЫ	160
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	162
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	163
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	164
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	166

ПРИЛОЖЕНИЕ А	193
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	195
ПРИЛОЖЕНИЕ В	196
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	197
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	199
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	202
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	205
ПРИЛОЖЕНИЕ З	206
ПРИЛОЖЕНИЕ И	210

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Спондилогенная шейная миелопатия (СШМ) является наиболее распространенной причиной дисфункции спинного мозга у людей старше 55 лет (Young W. F., 2000; Gibson J. et al., 2018). Среди основных причин развития СШМ авторы выделяют дегенеративно-дистрофические изменения межпозвонковых дисков, образование остеофитов, гипертрофию желтой связки и фасеточных суставов (Davies B. M. et al., 2018).

Клинические проявления СШМ могут варьировать от легких сенсомоторных нарушений до тяжелых форм парапареза или тетрапареза, значительно снижающих качество жизни пациента (Tetreault L. et al., 2015; Opara J., Odzimek M. 2024). Традиционные методы лечения, такие как консервативная терапия и хирургическое вмешательство, не всегда обеспечивают полное восстановление нарушенных функций (Milligan J. et al., 2019; Johansen T. O., 2024), что подчеркивает необходимость разработки новых терапевтических подходов.

В последние годы все больше внимания уделяется применению комбинированных методов как в диагностике, так и в лечении и реабилитации пациентов с СШМ (Kalsi-Ryan S. et al., 2013; Davies B. M. et al., 2018). Комбинация физиотерапии, лечебной физкультуры и современных технологий, таких как нейромодуляция и роботизированная реабилитация, позволяет более эффективно восстанавливать нарушенные функции (Sakaguchi T. et al., 2024). Такие комплексные подходы направлены не только на устранение симптоматики, но и на стимулирование нейропластичности и скорейшее восстановление проводимости в поврежденных структурах спинного мозга (Knikou M., 2012; Akter F. et al., 2020).

Ряд исследований демонстрирует, что применение комбинированных реабилитационных программ после хирургического лечения СШМ способствует улучшению функциональных результатов и сокращению сроков восстановления (Burile G. et al., 2023; Sakaguchi T. et al., 2024). Кроме того, некоторые авторы

отмечают положительное влияние таких программ на замедление прогрессирования заболевания у пациентов, которым хирургическое лечение не показано (Fehlings M. G. et al., 2013).

Однако, несмотря на обнадеживающие результаты, в настоящее время отсутствуют единые стандарты и протоколы применения комбинированных реабилитационных методов при СШМ (Karadimas S. K. et al., 2013). Это обуславливает необходимость дальнейших исследований в данном направлении для оптимизации терапевтических подходов и улучшения прогноза для пациентов.

Степень разработанности темы исследования

В современной литературе подробно описаны механизмы компрессионно-ишемического поражения спинного мозга при шейной миелопатии, перечислены основные показания к декомпрессивно-стабилизирующим оперативным вмешательствам, а также предложены стандартизированные шкалы оценки неврологического статуса и функционального исхода (Nagoshi N., Kawaguchi Y., 2025; Al-Shawwa A., Cadotte D. W., 2025). Вместе с тем вопросы восстановления двигательных и чувствительных функций после операции остаются предметом активного обсуждения: имеются данные об эффективности отдельных реабилитационных технологий: лечебная физкультура, нейромышечная стимуляция, методы биологической обратной связи, физиотерапевтическое воздействие (Boerger T. F. et al., 2022; Sakaguchi T. et al., 2024). Однако результаты исследований нередко неоднородны вследствие различий в дизайне исследований, сроках начала реабилитации, критериях отбора пациентов (возраст, степень тяжести заболевания, сопутствующие патологии), дозировке и интенсивности воздействия, выборе конечных точек наблюдения и инструментов оценки (Smith T. O. et al., 2025). Кроме того, по-прежнему отмечается недостаток исследований, посвящённых комбинированным реабилитационным программам, в которых были бы детально разработаны и описаны стандартизированные терапевтические алгоритмы с учётом степени выраженности двигательных и чувствительных

нарушений, а также предложены объективизированные критерии восстановления, объединяющие клиническую оценку с инструментальными и нейрофизиологическими показателями (Smith T. O. et al. 2025; Montpetit C. et al. 2026). Указанные обстоятельства определяют научную и практическую значимость дальнейшего изучения комплексного подхода к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела, направленного на оптимизацию реабилитационных программ, повышение воспроизводимости результатов и улучшение качества жизни пациентов.

Цель исследования

Улучшить результаты комплексного лечения пациентов в раннем восстановительном периоде после декомпрессивных операций по поводу шейной спондилогенной миелопатии.

Задачи исследования

1. Изучить частоту встречаемости основных неврологических синдромов и изменений в доменах функционирования в соответствии с МКФ у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией в раннем восстановительном периоде после декомпрессивных операций.
2. Изучить динамику результатов клинических и инструментальных (Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) и Соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП)) методов исследования при комплексном лечении пациентов в раннем восстановительном периоде после декомпрессивных операций по поводу шейной спондилогенной миелопатии.
3. Определить факторы, влияющие на эффективность изолированного или сочетанного применения методов биологической обратной связи (БОС) и низкоинтенсивной лазеротерапии (НИЛТ) у пациентов при комплексном реабилитационном лечении после оперативного вмешательства.

4. Разработать прогностическую модель оценки качества жизни в послеоперационном периоде у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией для выбора оптимальной тактики терапии.

Научная новизна

Показано, что включение методов биологической обратной связи (БОС) и низкоинтенсивной лазеротерапии (НИЛТ) в программу ранней послеоперационной реабилитации пациентов со спондилогенной шейной миелопатией обеспечивает статистически значимое улучшение неврологического статуса, качества жизни и психоэмоционального состояния по сравнению со стандартной терапией ($p < 0,05$).

Впервые с использованием доменов МКФ проведена комплексная оценка динамики неврологического статуса, качества жизни и психоэмоционального состояния пациентов после курса восстановительного лечения.

Обоснована ценность комплекса нейрофизиологических, морфометрических и клинико-anamнестических показателей и определены критерии в прогнозировании исходов восстановительного лечения у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией.

Впервые разработана прогностическая модель изменения качества жизни по шкале EQ-5D-3L у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией после реабилитационной терапии с целью выбора оптимальной тактики лечения ($p < 0,001$).

Теоретическое и практическое значение работы

В послеоперационном периоде пациентам со спондилогенной шейной миелопатией, ввиду высокой частоты встречаемости чувствительных, двигательных и психоэмоциональных нарушений, необходимо проводить их комплексную оценку с анализом неврологического статуса по шкале mJOA и EQ-5D-3L и с использованием доменов МКФ («боль в части тела», «функции

стереотипа ходьбы», «точные движения кисти», «надевание одежды», «отдых и досуг»).

Полученные данные уточняют группу признаков, которые следует учитывать при планировании лечения и последующей реабилитации пациентов со спондилогенной шейной миелопатией. Менее благоприятные функциональные исходы и более низкие показатели качества жизни связаны с увеличением времени центрального моторного проведения свыше 14,6 мс, сужением позвоночного канала менее 6,9 мм., длительностью заболевания более 13 месяцев и индексом массы тела выше 26 кг/м² ($p < 0,05$). Практическая ценность установленных порогов состоит в раннем выявлении пациентов с высоким риском неполноценного послеоперационного восстановления, что определяет необходимость подбора оптимальных программ восстановительного лечения и адаптации к имеющимся функциональным ограничениям.

Разработана прогностическая модель оценки качества жизни по шкале EQ-5D-3L (в виде калькулятора) для врачей-неврологов и специалистов по медицинской реабилитации, которую рекомендуется использовать в клинической практике у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией при планировании оперативного лечения.

Методология и методы исследования

Нами проведено проспективное исследование 90 взрослых пациентов со спондилогенной шейной миелопатией, оперированных в РНХИ им. проф. А.Л. Поленова с 2023 по 2025 года.

Методология исследования была направлена на сравнительную оценку эффективности различных комбинаций восстановительного лечения пациентов с миелопатией шейного отдела позвоночника в раннем послеоперационном периоде, анализ динамики двигательных и чувствительных нарушений, показателей активности и участия по МКФ, а также факторов, влияющих на темпы и полноту восстановления.

Объект исследования – мужчины и женщины, находящиеся на лечении после декомпрессивной операции по поводу СШМ, в возрасте от 18 до 90 лет. Предмет исследования: клинико-неврологические, нейровизуализационные и нейрофизиологические данные пациентов до и после оперативного лечения.

Изучена доступная отечественная и зарубежная литература по данной проблеме, на основании которой сформирован дизайн исследования. Исследование включало изучение литературных данных, отбор пациентов в соответствии с критериями включения и исключения, анализ нейрофизиологических и нейровизуализационных данных, а также комплексную оценку двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с использованием стандартизированных клинических шкал и опросников. Оценка показателей по шкалам проводилась в разные временные точки: до операции, в раннем восстановительном периоде и через 3, 6 мес. после оперативного вмешательства. Обработка статистических данных проводилась с применением программной системы STATISTICA 26.

Положения, выносимые на защиту

1. В раннем послеоперационном периоде у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией сохраняется высокая частота двигательных и чувствительных нарушений, с умеренным болевым синдромом, значительными ограничениями функционирования по МКФ и снижением качества жизни.
2. Применение комплексной лечебной программы с включением методик БОС и НИЛТ у пациентов после декомпрессивных операций по поводу спондилогенной шейной миелопатии приводит к значимому восстановлению неврологических функций, улучшению качества жизни и снижению уровня депрессии по сравнению со стандартными подходами.
3. Нейрофизиологические и морфометрические показатели (время центрального моторного проведения (ВЦМП), передне-задний размер позвоночного канала), а также клинико-anamнестические факторы (длительность

заболевания, ИМТ) обладают прогностической значимостью в отношении исходов реабилитационного лечения у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией.

4. Разработанная прогностическая модель позволяет статистически достоверно определить уровень качества жизни пациентов с СШМ после оперативного вмешательства в зависимости от длительности заболевания и передне-заднего размера позвоночного канала и может использоваться для выбора оптимальной тактики лечения.

Личный вклад автора

Тема и план диссертации, её содержание и дизайн исследования разработаны лично автором на основе современных тенденций актуальных научно-практических исследований по данному направлению. Автор самостоятельно обосновал актуальность темы, определил цель и задачи исследования, сформировал критерии отбора, а также алгоритм обследования и оценку эффективности реабилитационных мероприятий у пациентов со СШМ в раннем послеоперационном периоде.

Соискатель лично принимал участие в отборе и обследовании пациентов и формировании базы данных исследования. Автор осуществлял сбор клинико-анамнестических сведений, выполнял клинико-неврологическое обследование с оценкой двигательных и чувствительных нарушений, анализировал результаты нейровизуализации и, при наличии, данные нейрофизиологических исследований. Непосредственно автором проводилась динамическая оценка пациентов на этапах до оперативного вмешательства, в раннем послеоперационном периоде, а также через 3 и 6 месяцев после хирургического лечения с применением стандартизированных клинических шкал, опросников и доменов МКФ.

Автор принимал непосредственное участие в реализации программы медицинской реабилитации, включающая применение методов БОС и НИЛТ по стандартному протоколу, осуществлял контроль переносимости процедур. Соискателем проведён поиск и анализ более 200 литературных источников по теме

исследования, обобщены современные данные по вопросам хирургического лечения и реабилитации пациентов со спондилогенной шейной миелопатией, а также по применению БОС и НИЛТ в послеоперационном периоде.

Диссертантом самостоятельно выполнены статистическая обработка и интерпретация полученных данных, проведён сравнительный анализ эффективности методов реабилитации и оценено влияние факторов риска на динамику восстановления. Автором лично написан текст диссертации и автореферата, сформулированы выводы и практические рекомендации. Личное участие автора подтверждено актом проверки первичной документации и актами внедрения.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности и обоснованность полученных результатов обеспечены клиническим материалом, включающим 90 пациентов, применением современных методов обработки и анализа первичной документации, а также использованием высокотехнологичных диагностических методов и программ медицинской реабилитации у пациентов со СШМ.

Достоверность результатов подтверждена применением современных методов статистической обработки данных с расчётом показателей вариации, построением таблиц сопряженности с проверкой нулевой гипотезы по критерию χ^2 . Для оценки взаимосвязей между клинико-anamнестическими факторами и динамикой показателей восстановления выполнен корреляционный анализ, а также построены модели: линейная регрессия и бинарная логистическая регрессия, с оценкой статистической значимости предикторов и диагностикой качества моделей.

Основные положения, результаты и практические рекомендации диссертационного исследования доложены и обсуждены на научно-практической конференции с Международным участием «Неврология XXI века: актуальные вопросы, достижения и инновации» (2026 г., Санкт-Петербург), Всероссийских

научно-практических конференциях «Поленовские чтения» (2024 г., 2026 г., Санкт-Петербург), XVIII Международный конгресс «Нейрореабилитация» (2026 г., Москва), заседании Ассоциации «Общество неврологов Санкт-Петербурга и Ленинградской области» (2023 г., Санкт-Петербург).

Внедрение результатов работы в практику

Результаты исследования внедрены в неврологические отделения №1, 2, 3 СПб ГБУЗ «Александровская больница», в отделение ранней медицинской реабилитации и в отделение медицинской реабилитации взрослых с нарушением периферической нервной системы и костно-мышечной системы СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки», в отделение восстановительного лечения и медицинской реабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Минздрава России, в отделение физиотерапии и лечебной физкультуры СПб ГБУЗ «Городская больница №38 имени Н.А. Семашко», в неврологическое отделение СПб ГБУЗ «Городская поликлиника №106». Результаты работы внедрены в учебный процесс кафедры неврологии с клиникой института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.

Научные публикации

По теме диссертации автором опубликовано 7 научных работ, в том числе 6 в рецензируемых изданиях, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации.

Объем и структура диссертации

Диссертационное исследование изложено на 218 страницах машинописного текста, включает введение, 4 главы, посвященные анализу литературных источников и основным результатам исследования, заключение, выводы, практические рекомендации, список литературы и приложения. Список литературы

включает 233 современных источников, среди которых - 51 отечественных и 182 зарубежных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Актуальность и социальная значимость спондилогенной шейной миелопатии у больных с шейными стенозами

С каждым годом возрастает распространенность дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника, утяжеляется их течение, все чаще к специалистам обращаются молодые люди в возрасте 25-45 лет. Согласно современным данным, дегенеративные изменения шейного отдела позвоночника с признаками компрессии спинного мозга обнаруживаются у 7,4 % пациентов молодого и среднего возраста, при этом наличие стеноза позвоночного канала ассоциировано с повышенным риском развития спондилогенной шейной миелопатии (Гуща А.О. и др., 2021; Smith et al., 2021).

Fehlings et al. (2017) сообщают, что с увеличением продолжительности жизни увеличивается и количество случаев стеноза позвоночного канала в шейном отделе, что оказывает значительное влияние на системы здравоохранения по всему миру. Так, согласно эпидемиологическим данным по США: заболеваемость составляет 5,7 случая на 100 000 человек в год, частота госпитализаций 4,04 случая на 100 000 человек в год, а общая распространенность СШМ составляет 60,5 случая на 100 000 населения. В России частота инвалидизации вследствие миелопатии достигает 21,4 случая на 100 000 населения. В условиях старения населения данная проблема приобретает все большую актуальность (Дмуховский Д. В. и др., 2023; Fehlings M. G. et al., 2017; Bakhsheshian J. et al., 2017; Bajamal A. H. et al., 2019).

СШМ и стеноз шейного отдела позвоночника имеют важное социальное значение. Поскольку пациенты с выраженной миелопатией часто сталкиваются с потерей работоспособности, значимому ухудшению качества жизни и снижению уровня дохода. V. V. Lønne et al. (2023) подчеркивают, что у пациентов с тяжелыми формами шейной миелопатии наблюдается высокий риск потери работы и снижения социальной активности. Помимо этого, заболевание СШМ является

одной из наиболее распространенных причин инвалидизации в пожилом возрасте (Tetreault et al., 2017). Пациенты с миелопатией нередко испытывают тревожные и депрессивные расстройства. Финансовая нагрузка складывается не только из одного проведенного оперативного вмешательства: к ней относятся реабилитационные мероприятия, длительное наблюдение и социальная поддержка, что затрагивает и систему здравоохранения, и семьи пациентов (Davies B. M. et al., 2022).

В настоящее время проводится активная работа над разработкой инновационных методов и техник хирургического вмешательства с целью минимизации их травматичности, достижения наилучших клинических и рентгенологических результатов, а также уменьшения рисков возможных осложнений. Но этого бывает недостаточно для восстановления нарушенных функций у пациентов. Важным этапом после оперативного лечения в восстановлении имеющегося неврологического дефицита выступает компетентная помощь врачей невролога и реабилитолога с обширным арсеналом имеющихся у них методов лечения. Внедрение новых методик и схем в реабилитационные программы может помочь в достижение наилучшего исхода для пациента.

1.2 Современные представления об этиологии и патогенезе спондилогенной шейной миелопатии

Шейный отдел позвоночного столба обладает высокой подвижностью и сложным анатомическим строением. Семь позвонков C1-C7 обеспечивают сгибание, разгибание шеи, ротацию и их сочетание. Такая сложная биомеханика делает шейный отдел весьма функциональным и одновременно уязвимым для развития дегенеративных изменений, способных привести к шейной миелопатии (Шевелев А.А. и др., 2025).

1.2.1 Анатомо-физиологические особенности шейного отдела позвоночника

На шейном уровне спинной мозг в норме занимает не более двух третей поперечного сечения позвоночного канала (Harrop J. S. et al., 2007; Duman F. et al., 2014). Оставшееся пространство приходится на связочный аппарат и эпидуральную жировую клетчатку. Стеноз диагностируют при уменьшении передне-заднего размера позвоночного канала до 12-13 мм (David G. et al., 2019). Дальнейшее сужение канала повышает риск развития миелопатии за счет двух факторов: компрессии спинного мозга и нарушения микроциркуляции (Евграфов Д.П. и др., 2024; Choi S. H., Kang C. N., 2020).

Позвонки C3-C7 являются основными элементами, обеспечивающими подвижность шейного отдела. По данным клинических исследований, уровни C5-C6 и C6-C7 наиболее часто подвергаются дегенеративным изменениям и являются основными зонами компрессии спинного мозга, что объясняется повышенной механической нагрузкой на данные сегменты (Нурмиева, Ч. Р., Богданов Э. И., 2015; Tu J. et al., 2021; Tao Y. et al., 2021).

Дегенеративный процесс при СШМ обычно начинается с дегенерации межпозвонковых дисков. С возрастом из-за потери протеогликанов и воды, диски теряют свою эластичность, что приводит к снижению их способности равномерно распределять нагрузку на концевые пластинки позвонков и фасеточные суставы (Gibson J et al., 2018). Постоянная осевая нагрузка, связанная с прямохождением, приводит к повреждению фиброзного кольца и пролабированию диска в позвоночный канал (Lestini W. F., Wiesel S. W., 1989), что дополнительно увеличивает нагрузку на тела позвонков и способствует их большей дегенерации (Tu J. et al., 2021).

1.2.2 Патофизиологические аспекты дегенеративного процесса

В шейном отделе позвоночника длительная нагрузка постепенно перестраивает костно-связочные структуры: фасеточные суставы утолщаются, по краям тел позвонков и суставных поверхностей появляются остеофиты, связочный аппарат теряет прежние механические свойства. При таком сочетании изменений сагиттальный диаметр позвоночного канала уменьшается, и резервное пространство вокруг спинного мозга сокращается. Компрессия невральных структур в этой зоне уже может не ограничиваться структурными изменениями при рентгеновских исследованиях; при достаточной выраженности стеноза может развиваться клиническая картина миелопатии с очагами измененного МР сигнала. Гипертрофию фасеточных суставов чаще выявляют на уровнях C5–C6 и C6–C7. Остеофиты возникают как костная реакция на нестабильность и повышенную механическую нагрузку, вследствие чего давление на спинной мозг и нервные корешки нарастает (Хить М. А. и др., 2012; Nouri A. et al., 2015). Сочетание остеофитов с гипертрофией фасеточных суставов статистически связано с большей выраженностью миелопатии и более значительным уменьшением просвета позвоночного канала (Shedid D. et al., 2007).

В дополнение к статическим или так называемым «функциональным» факторам, сдавление нервных корешков и спинного мозга может усиливаться за счет динамических механизмов (Сигалева Т.В. и др., 2020). При сгибании шеи спинной мозг может подвергаться компрессии со стороны вентральных остеофитов, а при разгибании происходит защемление спинного мозга между телом позвонка и гипертрофированной желтой связкой. Длительное механическое давление на спинной мозг приводит к его уплощению и расширению, инициируя каскад патофизиологических процессов, включающих ишемию, повреждение эндотелиальных клеток, нарушение целостности гематоспинно-мозгового барьера, нейровоспаление и апоптоз. В результате в спинном мозге могут развиваться демиелинизация проводящих путей, глиоз, рубцевание, формирование кавитаций,

дегенерация кортикоспинальных трактов, потеря межнейрональных связей и уменьшение нейронального состава серого вещества (Bajamal A. H. et al., 2019; Kim H.W. et al., 2023; Gallagher D. O. et al., 2024).

1.2.3 Сосудистая теория развития миелопатии при дегенеративных заболеваниях позвоночника

Основные механизмы, приводящие к ишемии спинного мозга при СШМ по мнению различных исследователей связаны с компрессией сосудов, питающих спинной мозг, а также с нарушением венозного оттока. Сдавление сосудов системы позвоночной артерии или её ветвей, питающих спинной мозг, приводит к снижению перфузии, что в свою очередь, ведет к нарушению метаболизма и развитию ишемии нервной ткани. Ишемия преимущественно развивается в результате компрессии или повреждения сосудов системы передней спинномозговой артерии и передних корешковых артерий в шейном отделе позвоночника, поскольку они обеспечивают 60-75% кровоснабжения поперечника спинного мозга и являются наиболее чувствительными к нарушению кровотока (Karadimas S.K. et al., 2015; Kim H. W. et al., 2023).

В то же время задние спинномозговые и задние корешковые артерии реже подвергаются компрессии, что обусловлено их анатомическим расположением и особенностями кровоснабжения (Ren Z. X., et al., 2023). Это особенно актуально для шейного отдела, так как сосуды в этом сегменте могут быть сдавлены остеофитами, гипертрофированными связками или грыжами межпозвонковых дисков (Ganau M. et al., 2019).

Недавние исследования также подчеркивают роль сосудистых факторов в патогенезе СШМ. В работе Z. X. Ren et al. (2023) отмечено, что хроническая ишемия в результате компрессии артерий спинного мозга приводит к увеличению продукции провоспалительных цитокинов, что способствует дальнейшему повреждению нейронов и демиелинизации.

A. Breig et al. (1966) показали, что кровоснабжение серого вещества спинного мозга осуществляется поперечными артериями, отходящими от передней спинномозговой артерии. И длительная их компрессия приводит к кистозно-глиозным изменениям ниже уровня поражения, а выше - к валлеровской дегенерации в задних и заднебоковых трактах. Это частично объясняет низкую эффективность декомпрессивных операций у отдельной группы пациентов (Akter F. et al., 2020; Tetreault L. et al., 2022)

Врожденные анатомические особенности и генетическая предрасположенность также играют роль в развитии СШМ. Узкий позвоночный канал снижает резервное пространство для спинного мозга и увеличивает вероятность компрессии при наличии дегенеративных изменений. Так, многие авторы описывают случаи развития шейной миелопатии у пациентов относительно молодого возраста с врождённо узким позвоночным каналом в сочетании с дегенеративными возрастными изменениями шейного отдела позвоночника (Choi S. H., Kang C. N., 2020).

Генетическая предрасположенность к дегенеративным изменениям в шейном отделе позвоночника может быть связана с полиморфизмами генов, регулирующих синтез коллагена IX, $\alpha 2$ и других компонентов межпозвонковых дисков. Предполагается, что подобные изменения способствуют ускорению дегенеративных процессов и повышают риск формирования грыж межпозвонковых дисков с последующей компрессией спинного мозга (Tu J. et al., 2021). Среди молекулярных маркеров отдельного внимания заслуживает ApoE3 – один из основных липопротеинов центральной нервной системы, участвующий в нейронной регенерации после повреждения. По этой причине ApoE3 рассматривают как потенциальный биомаркер спондилогенной шейной миелопатии, хотя его диагностическая и прогностическая значимость пока нуждается в дополнительном изучении (Badhiwala et al., 2020; Hussain A. et al., 2013).

1.3 Особенности синдромологии и результатов нейровизуализации при спондилогенной шейной миелопатии

Диагностика спондилогенной шейной миелопатии требует сопоставления клинической картины с результатами инструментальных исследований. Только при таком сопоставлении удастся точнее оценить состояние пациента, степень поражения спинного мозга и патофизиологические процессы, лежащие в основе заболевания. Кроме того, симптомы шейной миелопатии характеризуются значительной вариабельностью и постепенным развитием, что при отсутствии инструментальной верификации может существенно затруднить раннюю диагностику заболевания (Каледа П.В. и др., 2024; Benjamin D. et al., 2023).

Симптомы шейной миелопатии часто имитируют другие патологические состояния, такие как радикулопатия или синдром запястного канала, что нередко приводит к задержкам в постановке правильного диагноза и недостаточному или ошибочному лечению. Согласно данным исследований, вследствие диагностических ошибок время постановки диагноза СШМ от момента появления первых симптомов заболевания в среднем составляет 2-3 года, при этом у трети пациентов оно превышает 5 лет. Эти обстоятельства приводят к прогрессированию симптомов, увеличению неврологического дефицита и ухудшению прогноза по восстановлению нарушенных функций (Davies B. M. et al., 2022).

Пациенты часто жалуются на слабость в конечностях, которая может сопровождаться скованностью или повышением тонуса в ногах (Фурсова Л.А. и др., 2025; Badhiwala et al., 2020). Прогрессирующее нарушение походки при СШМ обычно проявляется сочетанием спастичности и постуральной неустойчивости; особенно заметно оно становится при поворотах корпуса и движении по неровной поверхности (Makino T. et al., 2023). Наряду с кортикоспинальным трактом поражение нередко затрагивает спинно-таламические пути, проводящие болевую и температурную чувствительность. Также нередко страдают спиноцеребеллярные тракты- передний и задний, проходящие в латеральных отделах белого вещества.

Когда нарушение проводимости по ним сочетается с поражением клиновидного и тонкого пучков, у пациента наблюдается прогрессирующее расстройство ходьбы, нарушение координации и согласованности движений (Tan S. et al., 2023; Margetis K. et al., 2025).

Клиновидный пучок занимает латеральное положение относительно тонкого в составе заднего канатика спинного мозга; именно такая топография объясняет его более раннее вовлечение в патологический процесс (Saunders L. M. et al., 2023). Это во многом объясняет раннее появление нарушений мелкой моторики кистей, которые пациенты нередко описывают как «неуклюжесть» при выполнении привычных действий. Эти нарушения могут быть первыми проявлениями заболевания и часто приводят к значительному снижению качества жизни пациента. Наряду с этим развиваются и чувствительные нарушения в виде парестезий - покалывания, онемения или ощущения жжения, преимущественно в верхних конечностях. Некоторые пациенты также отмечают снижение тактильной чувствительности в кончиках пальцев, что затрудняет узнавание предметов на ощупь (Lannon M. et al., 2021).

Помимо этого, при неврологическом осмотре больных с СШМ обнаруживаются нарушения функции центрального нейрона в виде, гиперрефлексии, клонусов стоп или надколенника, а также патологические пирамидные симптомы в стопах. Результаты физикального обследования при спондилогенной шейной миелопатии, как правило, характеризуются большей специфичностью, чем чувствительностью (Шмидт Е.И. и др., 2025; Rhee J. M. et al., 2009; Young W. F., 2000; Fogarty A. et al., 2018).

Установлено, что наличие устойчивого клонуса стоп или симптома Бабинского имеет чувствительность 13% и специфичность 100% для шейной миелопатии. Симптом Гофмана (чувствительность 59–67%; специфичность 81%) и инвертированный рефлекс плечелучевой мышцы, также известный как симптом инвертированного супинатора (чувствительность 51%; специфичность 81%), демонстрируют более высокую чувствительность при сохранении хорошей специфичности для данного состояния (Rhee J. M. et al., 2009).

По данным систематического обзора С. Е. Cook et al. (2011) сообщалось, что тестом с самой высокой чувствительностью был симптом инвертированного супинатора (61%), за которым следовали повышение коленного рефлекса (56%) и симптом Гофмана (44%). Хотя наличие клонуса стопы и симптом Бабинского не имели высокой чувствительности, они были наиболее специфичными тестами (92% и 96% соответственно) для СШМ (Hilton B. et al., 2022).

Шейная миелопатия далеко не всегда сопровождается болью и скованностью в шейном отделе позвоночника. Так, по данным Т. F. Boerger et al., (2022), примерно у трети пациентов с СШМ болевые ощущения отсутствуют. В то же время, крупные ретроспективные исследования показывают, что болевой синдром все также встречается у значительной части больных. Так, в многоцентровом исследовании М. М. Schneider et al., (2024) установлено, что до оперативного лечения около 80% пациентов предъявляли жалобы на боль в шее, при этом интенсивность ее варьировала от незначительной до выраженной.

Согласно Я. Ю. Попелянскому (2009), болевой синдром в области шеи при СШМ в большей степени отражает дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника, чем наличие шейной миелопатии. В связи с этим боль не может рассматриваться как специфический маркер СШМ. Нередко она обусловлена радикулопатией, возникающей вследствие компрессии нервного корешка остеофитами или пролабированным межпозвонковым диском. Так, по данным В. W. Choi et al. (2017), сочетание миелопатии и радикулопатии наблюдается примерно у 51,9 % пациентов (Максимова М.Ю. и др., 2017; Головачев В. А. и др., 2020; Gibson J. et al., 2018).

Другим важным компонентом клинической картины является нарушение функции тазовых органов по центральному типу. Пациенты могут испытывать как задержку мочи, так и парадоксальное недержание, императивные позывы, что связано с нарушением соматической и автономной регуляции вследствие компрессии спинного мозга. В некоторых случаях наблюдается также сексуальная дисфункция, дополнительно снижающая качество жизни пациентов (Салюков Р. В., Колмаков А. С., 2016; Филиппова Е.С. и др., 2020).

Для клинической оценки функциональных нарушений при миелопатии в современной литературе чаще используют шкалу mJOA (1994 г.) и систему Нурика (1972 г.) (Белова А.Н., 2018). По их результатам соотносят неврологическую симптоматику с тяжестью миелопатического процесса и определяют дальнейшую лечебную тактику. Когда требуется более детально описать функциональный статус, к оценке добавляют индекс ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее (NDI), тест ходьбы на 30 метров, шкалу баланса Берга, компьютеризированную систему анализа походки Gaitrite, шкалу Grassp-M для оценки функции верхних конечностей. Каждая из этих методик фиксирует отдельную сторону неврологического дефицита: ограничения активности на фоне болевого синдрома, устойчивость, параметры ходьбы, мелкую моторику и силы кисти (Kate E. et al., 2005; Velstra I. M. et al., 2015; Kalsi-Ryan et al., 2020; Tetreault L. et al., 2022).

Подробный неврологический осмотр сохраняет свою значимость при диагностике СШМ, поскольку именно он фиксирует двигательные, чувствительные нарушения, изменения походки и координации. При этом одного клинического осмотра недостаточно для окончательной верификации диагноза: он не определяет степень стеноза, характер компрессии и состояние спинного мозга. Поэтому современная диагностика опирается в первую очередь на сопоставление клинических данных с нейровизуализацией.

Методы нейровизуализации дают детальное представление о костных и хрящевых структурах шейного отдела позвоночника, состоянии спинного мозга, ликворных пространств и эпидуральной зоны (Макогонова М. Е. и др., 2017).

Магнитно-резонансная томография (МРТ) на сегодняшний день является одним из основных методов диагностики, предоставляя детализированную информацию о состоянии костных структур, мягких тканей, а также степени компрессии спинного мозга (Суфианов А.А. и др., 2024; Klumb S. et al. 2025).

Из обзора A. R. Martin et al. (2022), можно сделать заключение, что МРТ имеет высокую чувствительность и специфичность при оценке дегенеративных изменений в области шейного отдела позвоночника, позволяет визуализировать компрессию спинного мозга, «миелопатические» изменения в виде

гиперинтенсивности на изображениях в T2-взвешенном режиме, а также оценить степень стеноза позвоночного канала.

В систематическом обзоре L. A. Tetreault et al. (2013) неблагоприятный неврологический прогноз ассоциирован прежде всего с протяженным, многоуровневым поражением спинного мозга и выраженными миелопатическими изменениями на T2-взвешенных изображениях. Отдельного внимания заслуживает сочетание двух МР-признаков – гиперинтенсивности на T2 и гипоинтенсивности на T1: в таком случае прогноз по сохранению неврологических функций оценивается неблагоприятно. Поэтому данные МРТ при СШМ используют не только для подтверждения компрессии, но и для более точной оценки тяжести процесса и ожидаемой неврологической динамики.

МР-последовательность STIR (Short Tau Inversion Recovery) применяется для подавления сигнала от жировой клетчатки, при этом мягкотканые структуры и участок спинного мозга в области компрессии лучше визуализируются. При неясной клинической картине STIR облегчает распознавание воспалительных изменений, которые на стандартных последовательностях выглядят слабовыраженными либо совсем не заметны (Popolizio T., Izzo R., 2019).

T1- и T2-взвешенные изображения хорошо фиксируют крупные анатомические структуры: спинной мозг, межпозвонковые диски, связки. Для оценки более тонких повреждений белого вещества используют трактографию и диффузионно-тензорную МРТ (ДТ-МРТ). ДТ-МРТ измеряет фракционную анизотропию и коэффициент диффузии; по этим параметрам судят о состоянии аксонов и миелиновых оболочек, особенно в зоне компрессии (Басков А.В. и др., 2023; Shabani S. et al., 2020; Skotarczak M. et al., 2022).

В работе M. Mohammadi et al. (2025) снижение фракционной анизотропии в области компрессии и повышение коэффициента диффузии связаны с более выраженной клинической симптоматикой. При этом интерпретировать данные параметры следует с осторожностью: показатели ДТ-МРТ отражают патологические изменения опосредованно и зависят от сопутствующих физиологических процессов. Так, воспаление в зоне компрессии снижает

радиальную диффузию и тем самым способно скрывать признаки демиелинизации. Поэтому результаты ДТ-МРТ следует сопоставлять с клинической картиной и итогами других методов нейровизуализации (Ким В.Э. и др., 2023; Xie M. et al., 2011).

Компьютерная томография дает более детальное изображение костных структур и применяется в ситуациях, когда МРТ выполнить нельзя. Стандартная рентгенография сохраняет диагностическую ценность при оценке нестабильности шейного отдела позвоночника и при выявлении выраженных структурных деформаций (Kim G. U. et al., 2020; Ruiz Santiago F. et al., 2022).

Нейрофизиологические методы дополняют лучевую диагностику, оценивая состояние проводящих систем спинного мозга. С их помощью отслеживают динамику заболевания и уточняют диагноз при состояниях, которые клинически напоминают СШМ. Наибольшие трудности возникают при дифференциальной диагностике с боковым амиотрофическим склерозом, периферическими невропатиями и заболеваниями мотонейронов (Рушкевич Ю. Н. и др., 2023; Tsiptsios I. et al., 2001; Liu H. et al., 2017).

ССВП применяют для оценки проводниковых нарушений при СШМ, прежде всего при подозрении на поражение задних канатиков спинного мозга (Хомушко И. С., 2025; Nakai S. et al., 2008; Yu Z. et al., 2022). При интерпретации ССВП обычно рассматривают прежде всего латентность и амплитуду N13 и N20, вместе с межпиковыми интервалами N9–N13 и N13–N20 при стимуляции срединного и локтевого нервов (Nakai S. et al., 2008). Стоит отметить, что компонент N13 отражает активность задних рогов серого вещества спинного мозга. И наряду с ним, немаловажную роль отводят потенциалу P14, отражающим проведение импульса по задним канатикам спинного мозга до уровня ствола (Третьякова А. И., 2013; Restuccia D., Mauguière F., 1991).

Однако, несмотря на высокую диагностическую ценность, данный метод имеет ряд существенных ограничений. Во-первых, он не позволяет оценить моторную проводимость по кортикоспинальным трактам, часто страдающим при СШМ. Во-вторых, с его помощью не удастся установить уровень повреждения

спинного мозга (Khan M. R. et al., 1989). Указанные недостатки в определенной мере компенсирует транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС). Которая рассматривается как более чувствительный метод по сравнению с ССВП, особенно на начальной стадии миелопатии. Кроме того, она позволяет оценить степень двигательных нарушений (Simó M. et al., 2004).

При исследовании кортикоспинального тракта методом ТМС ключевыми показателями служат время центрального моторного проведения (ВЦМП), амплитуда и латентность вызванных моторных ответов (ВМО), полифазность и форма ВМО (Tetreault L. et al., 2022; Spampinato D. A. et al., 2023; Matsumoto H., Ugawa Y., 2024).

ВЦМП можно использовать в качестве раннего диагностического маркера при подозрении на развитие миелопатии, поскольку данный параметр отражает проводимость по кортикоспинальным путям, которые наиболее часто подвергаются патологическим изменениям. Удлинение ВЦМП у пациентов с СШМ развивается как вследствие непосредственной утраты мотонейронов в сером веществе спинного мозга, так и за счет ослабления синаптической передачи в зоне повреждения. Дополнительный вклад вносит аксонопатия, формирующаяся на фоне длительно протекающей СШМ (Хить М. А. и др., 2012; Chen R. et al., 2008).

Согласно данным ряда исследователей, показатели ТМС не всегда отражают клиническую динамику у пациентов с СШМ. Даже при улучшении неврологических функций, изменения ВЦМП носят ограниченный характер, что, вероятно связано с особенностями патофизиологического процесса и феноменом адаптации. Тем не менее данный метод по-прежнему высоко оценивается специалистами и может использоваться в диагностике шейной миелпатии, а также при планировании оперативного вмешательства (Гуща А. О. и др., 2015; Jaskolski D. J. et al., 1990; Vázquez-Sánchez F. et al., 2023).

Следует отметить, что даже при подтвержденной СШМ изменения ВЦМП регистрируются не у всех пациентов. Так, в работе K. Fujimoto et al. (2017) патологические значения ВЦМП были обнаружены только у 41 из 94 пациентов. Однако, в исследовании K. Kaneko et al. (2006) изменения ВЦМП при регистрации

с верхних конечностей были выявлены у 91% пациентов с диагнозом «шейная миелопатия».

Другие параметры, такие как латентность, площадь и амплитуда ВМО, также применяются в диагностике спинальной патологии. Эти параметры отражают нарушение структуры и функции проводящих путей в спинном мозге, возникающее в результате деградации аксонов, что приводит к замедлению проводимости. Однако по данным многих исследователей, основным параметром для оценки состояния нервной системы является именно ВЦМП. Так исследование Т. Nakamae с соавт. (2010) показало, что у всех пациентов, прошедших оперативное лечение, наблюдалось значительное уменьшение ВЦМП по сравнению с контрольной группой, не подвергавшейся хирургическому вмешательству (Funaba M. et al., 2026).

1.4 Эндогенные механизмы нейрорегенерации при миелопатии

При СШМ хроническая механическая компрессия структур спинного мозга приводит к его ишемии, демиелинизации аксонов и перестройке глиального окружения (Karadimas S. K. et al., 2013; Hellenbrand D. J. et al., 2021).

Эти изменения формируют патофизиологическую основу нарастающей неврологической симптоматики. Оперативное вмешательство на шейных позвонках традиционно рассматривается как эффективный метод лечения, который устраняет компрессию, улучшает кровоснабжение спинного мозга и создает условия для реализации регенеративных процессов. Тем не менее, детальный анализ клеточных и молекулярных механизмов, лежащих в основе нейрорегенерации и нейропластичности после декомпрессии, продолжает оставаться предметом интенсивных исследований (Akter F. et al., 2020; Xie B. et al., 2025).

За последнее десятилетие появились новые подходы, направленные на усиление нейропластичности и стимуляцию регенерации аксонов после

повреждения спинного мозга. Это стало возможным благодаря накоплению данных о молекулярных и клеточных механизмах, лежащих в основе нейропластических изменений, а также развитию современных нейровизуализационных и экспериментальных методов исследования (Gibson J. et al., 2018; Akter F. et al., 2020; Rafati Fard A. et al., 2023). Клиническое улучшение после декомпрессии коррелирует не только с декомпрессией спинного мозга, но и с активацией целого ряда клеточных и молекулярных механизмов, направленных на ремиелинизацию и нейрорегенерацию (Karadimas S. K. et al., 2013; Akter F. et al., 2020).

На клеточном уровне одним из ключевых аспектов по мнению S. K. Karadimas et al., (2013) является перестройка глиального микроокружения. В условиях хронической компрессии микроглия приобретает про-воспалительный фенотип (M1-подобный), сопровождающийся избыточной продукцией провоспалительных цитокинов (IL-1 β , TNF- α), оксида азота и активных форм. Эти факторы усиливают повреждение нейронов и олигодендроцитов, повреждают миелиновую оболочку аксонов. После хирургической декомпрессии происходит частичная реорганизация функций микроглии к более «саногенетическому» M2-подобному фенотипу, что способствует фагоцитозу клеточного детрита, удалению продуктов распада миелина и созданию более благоприятной среды для аксонального роста (Hellenbrand D. J. et al., 2021; Tu J. et al., 2021).

Астроциты, находясь в условиях ишемического воздействия, переходят в реактивное состояние, формируя плотную глиальную «рубцовую» структуру (Blackburn D. et al., 2009). Такой рубец ограничивает регенерацию аксонов, препятствует клеточной миграции и диффузии нейротрофических факторов (Chung W. S. et al., 2013; Anderson M. et al., 2016). После декомпрессии степень реактивности астроцитов может частично снижаться, что создает более благоприятную среду для роста нейритов, а также к улучшению метаболических взаимодействий между нейронами и глией (Sofroniew M. V., 2015).

G. J. Duncan et al. (2020) предлагают сместить объяснение послеоперационного восстановления от микроглиальной дисфункции к

микроархитектурной перестройке спинного мозга, доступной для нейровизуализационной оценки. Восстановление нормальной организации белого вещества спинного мозга наряду с ремиелинизацией аксонов, согласно позиции исследователей, носит главенствующую роль в улучшение нервной проводимости, чем устранение механического сдавления. Этот процесс авторы связывают с дифференцировкой олигодендроцитарных предшественников в зрелые олигодендроциты. Именно зрелые олигодендроциты участвуют в восстановлении миелиновых оболочек и поддерживают более полноценную синаптическую передачу. Отсюда вытекает иная оценка МРТ-динамики: нормализация интенсивности сигнала и признаки структурной сохранности миелина в такой логике дают более надёжный прогноз функционального восстановления пациента (Tetreault L. et al., 2022).

Также существенную роль в нейрональной регенерации играют нейротрофические факторы (GDNF, NGF, BDNF) и факторы роста (FGF, IGF-1), обеспечивающие нейропротекцию, аксональный рост, синаптическую реорганизацию и ремиелинизацию (Bellver-Landete V. et al., 2019; Tu J. et al., 2021). Помимо этого, нормализация микроциркуляции и метаболизма нервной ткани после декомпрессии способствует улучшению доставки кислорода и питательных веществ, снижая выраженность окислительного стресса и перекисного повреждения липидов клеточных мембран (Hellenbrand D. J., et al., 2021). В совокупности это формирует благоприятную биохимическую среду для структурной и функциональной перестройки проводящих путей спинного мозга.

B. Christian et al. (2020) обращают внимание на повышенную проницаемость гематоспинномозгового барьера у пациентов с СШМ о чём свидетельствует высокий уровень альбумина Q, IgG и IgA в интратекальном пространстве. Это способствует прогрессированию нейровоспаления и нейродегенерации в месте хронической травматизации нервной ткани. Такие изменения структур могут сохраняться на протяжении более 56 дней после повреждения спинного мозга по данным некоторых исследователей (Cohen D. M et al., 2009; Ren et al., 2023). Снижение проницаемости структур значимо коррелировало с улучшением

двигательной активности и создавало условия для лучшего восстановления в послеоперационном периоде (Cohen D. M et al., 2009; Blume C. et al., 2020).

Таким образом, позиция авторов, изучавших процессы нейропластичности в спинном мозге, сфокусирована больше на сосудисто-клеточном взаимодействии, которое обеспечивает необходимую метаболическую поддержку нервной ткани во время восстановления. Комбинация описанных клеточных и молекулярных процессов приводит к постепенному восстановлению неврологических функций у пациентов

Мнения исследователей относительно приоритетов отдельных аспектов регенерации расходятся: одни акцентируют внимание на воспалительном каскаде и глиальных изменениях, другие — на микроархитектурных и нейровизуализационных изменениях. Однако существует общий консенсус о многофакторном и динамичном характере восстановительных процессов.

1.5 Влияние коморбидной патологии на течение и прогноз неврологических исходов при спондилогенной шейной миелопатии

Хирургическая декомпрессия при СШМ направлена на прекращение прогрессирования ишемически-воспалительно-дегенеративных процессов в спинном мозге за счёт устранения компрессии и снижения влияния ключевых факторов патогенеза, что в ряде случаев сопровождается улучшением функционального состояния пациента. Однако при планировании реабилитационных мероприятий необходимо также учитывать прогностические факторы, которые могут влиять на исход лечения. Среди патологических факторов при СШМ выделяют потенциально корректируемые – сахарный диабет, табакокурение, гипертоническую болезнь, заболевания щитовидной железы, употребление алкоголя и ожирение – и немодифицируемые, прежде всего пожилой возраст пациента (Su B. W. et al., 2022).

Нейровизуализационные признаки и клинико-анамнестические данные также требуют отдельной оценки. Гиперинтенсивный сигнал от спинного мозга на T2-взвешенных МРТ-изображениях, длительный анамнез заболевания и выраженная клиническая симптоматика коррелируют с менее благоприятным прогнозом (Zileli M. et al., 2019).

Сахарный диабет

Сахарный диабет относится к факторам риска послеоперационных осложнений. У пациентов с СШМ наличие диабета связано с более низкими значениями по шкале mJOA, то есть с более выраженным неврологическим дефицитом.

М. Machino et al. (2014) сравнили исходы ламинопластики при СШМ у больных сахарным диабетом и без. Прирост mJOA после операции относительно исходного уровня в двух группах оказался почти одинаковым; различие проявилось на последнем этапе наблюдения: у пациентов с диабетом динамика восстановления была хуже. К сходному выводу пришли S. Nori et al. (2021): темп восстановления при диабете уступал группе сравнения, хотя степень регресса боли в шее по ВАШ между группами не различалась. В другом, ретроспективном исследовании более слабое послеоперационное улучшение соотносилось с повышенной гликемией в периоперационном периоде.

Возраст

В крупных многоцентровых исследованиях регулярно регистрируют обратную связь между возрастом больного и степенью неврологического восстановления после декомпрессии при СШМ. В ряде публикаций отдельно выделяют порог 60 лет: после него хирургические исходы чаще описываются как менее благоприятные (Aggarwal R. A. et al., 2016).

Стоит отметить, что у пациентов старше 80 лет миелопатия часто характеризуется быстрым течением. Авторы для данной группы больных рекомендуют своевременное оперативное вмешательство, подчеркивая, что хотя степень функционального восстановления может быть ниже, однако это позволит предотвратить дальнейшее ухудшение состояния здоровья и качества жизни. При

этом больные должны быть информированы о возможных недостаточных ожидаемых результатах лечения по сравнению с более молодыми пациентами (Nagashima H., et al., 2011).

Курение

В ретроспективном обзоре, проведённом D. J. Kusin и соавт. (2016), было проанализировано 125 пациентов, 80 из которых были курильщиками. Исследователи выявили, что анамнез курения ассоциируется с худшими результатами по шкале Нурика, независимо от продолжительности заболевания. Они предположили, что курение оказывает прямое токсическое воздействие, снижая регенеративный потенциал спинного мозга, особенно у пациентов старше 25 лет.

Однако в другом исследовании, включавшем 573 пациентов, перенесших переднюю шейную дискэктомию и спондилодез с аллотрансплантатом кости и жесткой фиксацией, M. Luszczyk с соавт. (2013) не выявили существенных различий в функциональном восстановлении и степени сращения костной ткани.

Тем не менее, другие исследования подчеркивают, что курение является значимым предиктором повторных операций у пациентов в течение 90 дней, перенёвших задний спондилодез шейного отдела позвоночника. В связи с этим авторы рекомендуют, прекращение употребления никотина как минимум за шесть недель до операции, чтобы минимизировать риск послеоперационных осложнений и улучшить исходы восстановления (Hilibrand A. S. et al., 2001; Badiee R. K. et al., 2021).

Заболевания щитовидной железы

Гормоны щитовидной железы играют ключевую роль в развитии центральной нервной системы, они регулируют процессы пролиферации, дифференцировки нейронов, синаптической пластичности и миелинизации, что необходимо для полноценного формирования и функционирования мозга (Gothie J. D. et al., 2017; Wang H. et al., 2020).

Многочисленные исследования демонстрируют, что использование тиреоидных гормонов способствует ремиелинизации аксонов и улучшению их

морфологии. Например, введение тироксина (Т4) стимулировало ремиелинизацию в модели экспериментального аллергического энцефаломиелита, улучшая толщину миелиновой оболочки и предотвращая дегенерацию нервов (Fernandez M. et al., 2004). Аналогичные результаты были получены в отношении трийодтиронина (Т3), который улучшал невральную проводимость и способствовал поддержанию целостности аксонов и миелина в моделях травматического повреждения спинного мозга (Dell'Acqua M. L. et al., 2012).

Помимо этого, тиреоидные гормоны участвуют в процессах нейропротекции. Они стимулируют восстановление поврежденных нейронов, увеличивают пролиферацию олигодендроцитов и регенерацию аксонов, что способствует снижению продукции провоспалительных цитокинов и цитотоксических факторов (Billon N. et al., 2001; Dell'Acqua M. L. et al., 2012).

Ожирение

Пациенты с ожирением представляют собой специфическую категорию больных с точки зрения консервативного лечения, частоты послеоперационных осложнений и функциональных результатов восстановительного лечения (Jackson K. L., Devine J. G., 2016). При ожирении усиливается нагрузка на позвоночник и прогрессирует системное воспаление, что усугубляет патологический процесс поражения спинного мозга. J. R. Wilson и соавторы (2023) проанализировали проспективные национальные данные о пациентах с СШМ, перенёсших хирургическое лечение. Среди 757 участников исследования 36% имели избыточный вес, а 26% страдали ожирением. Результаты исследования показали, что увеличение индекса массы тела (ИМТ) коррелировало с повышением баллов NDI через год после операции. Несмотря на высокую тенденцию к снижению баллов ментального и физического компонентов по шкале SF-36 при повышенном ИМТ, связи между ИМТ и показателями шкалы mJOA через год выявлено не было (Wilson J. R. et al., 2017).

В исследовании национальной базы данных пациентов, перенесших переднюю шейную дискэктомию и спондилодез по поводу СШМ, ожирение ассоциировалось с увеличением числа сопутствующих заболеваний (три и более),

повышением частоты осложнений, увеличением срока госпитализации (Коо А. В. et al., 2021). У пациентов с ожирением и лёгкой формой СШМ рекомендуется рассмотреть программу контролируемого снижения массы тела перед плановым оперативным лечением. Однако при умеренной или прогрессирующей СШМ ожирение не должно являться противопоказанием к хирургическому вмешательству.

Важными факторами, влияющими на восстановление пациентов, являются стадия заболевания и степень неврологического дефицита на момент операции. Исследования показывают, что пациенты с легкими и умеренными степенями СШМ имеют значительно лучший прогноз после хирургического вмешательства по сравнению с пациентами с тяжелой формой заболевания (Nori S. et al., 2021; Tosi G. et al., 2022). Кроме того, длительность анамнеза симптомов перед операцией также является немаловажным предиктором. Как показывают результаты мета-анализа L. A. Tetreault et al. (2015), более короткий период от начала симптомов до операции связан с лучшими исходами восстановления, поскольку позволяет предотвратить необратимые повреждения спинного мозга. Другие важные факторы включают возраст пациента, наличие сопутствующих заболеваний и выбранный метод хирургического вмешательства.

1.6 Роль международной классификации функционирования в оценке результатов реабилитации пациентов

Для оценки состояния пациентов широко используется Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ), основанная на принципах биопсихосоциальной модели. Её применение позволяет рассматривать здоровье не только через призму нозологического диагноза, но и с учётом степени сохранности функций, повседневной активности и вовлечённости пациента в различные сферы жизни. Такой подход обеспечивает

более целостное представление о состоянии пациента (Шмонин А. А. и др., 2019; Помников В.Г., 2020; Иванова Г.Е. и др., 2022; Geyh S. et al., 2004).

В рамках восстановительного процесса МКФ используется для составления реабилитационного диагноза, определения приоритетных направлений лечения и постановки ближайших и отдалённых целей (Мельникова Е. В. с соавт., 2017; Загустина Н.А. и др., 2021; Lemberg I. et al., 2010). С помощью доменов МКФ удобно отслеживать динамику восстановления и оценивать эффективность проводимых мероприятий (Иванова Н. Е. и др., 2020). При этом нет сформированных методических рекомендаций по выбору определенных групп доменов, позволяющих контролировать течение и итоги лечебно-реабилитационных мероприятий у пациентов с СШМ после декомпрессивных операций.

1.7 Современные методы реабилитации пациентов с спондилогенной шейной миелопатией после декомпрессивной операции

Термин «реабилитация» вошёл в медицинскую практику за рубежом в начале XX века. Франц Иозеф Раттер фон Бус впервые использовал данное понятие в 1903 году в работе «Система общего попечительства над бедными», где связывал его с благотворительной деятельностью. В отношении людей с физическими нарушениями термин получил широкое употребление с 1918 года, после организации в Нью-Йорке института Красного Креста, предназначенного для помощи инвалидам. В России первые реабилитационные центры начали создаваться с конца 1980-х годов; данный период связан с переходом от разрозненной помощи к более организованной системе ведения пациентов. В работах А. Н. Беловой и С. В. Прокопенко реабилитационные программы рассматриваются через индивидуальный подход и междисциплинарное взаимодействие специалистов (Белова А. Н., Прокопенко С. В., 2010).

Современная медицинская реабилитация опирается на биопсихосоциальную модель. С пациентом работают специалисты разного профиля, а цель такой работы состоит в достижении максимально доступного уровня функционирования в быту, социальной жизни и профессиональной сфере. Реабилитацию проводят амбулаторно и в стационаре, в том числе в отделениях медицинской реабилитации и реанимации, и интенсивной терапии. Биологическое состояние пациента в этой модели рассматривают вместе с психологическими реакциями и социальным окружением: страх перед болезнью, недостаток информации, неясность прогноза нередко усиливают тревогу и мешают участию в восстановлении. По данным научных публикаций, своевременное и полное информирование о характере заболевания, лечебно-реабилитационном процессе и внешних факторах снижает тревожность и помогает предупредить развитие депрессивных состояний у пациентов (Шмонин А. А. с соавт., 2017; Wade D., 2016).

Срок начала реабилитации имеет важное значение для врача и пациента. При стабильном состоянии и наличии реабилитационного потенциала восстановительные мероприятия начинают вне зависимости от давности заболевания. Решение принимают после сопоставления риска осложнений с ожидаемой пользой для восстановления утраченных функций (Белова А. Н., Прокопенко С. В., 2010; Wade D. T., 2005).

По данным современной научной литературы, при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника реабилитационные мероприятия целесообразно начинать ещё до операции. Контролируемые исследования связывают ранний старт реабилитационного лечения с более благоприятными исходами; при этом более позднее назначение также оказывает положительное влияние (Evaniew N. Et al., 2023; Rahman M. et al., 2024).

В зависимости от сроков оперативного вмешательства выделяют четыре фазы реабилитации:

- предоперационный этап;
- ранний послеоперационный этап – 5-7 дней;
- поздний послеоперационный этап – до 2-3 недель;

- отдаленный период – после 3 мес.

До операции пациенту разъясняют возможные риски, ожидаемые исходы и основные этапы послеоперационного периода. Такой подход позволяет сформировать реалистичные ожидания и повысить мотивацию к активному участию в послеоперационных реабилитационных программах (Белова А. Н., Прокопенко С. В., 2010; Sakaguchi T. et al., 2024).

Кроме того, ряд авторов обращает внимание на то, что пациенты, сохранившие достаточную физическую активность до операции, в том числе трудовую, имеют более высокий реабилитационный потенциал. Так, например, метаанализ R. Bhan et al. (2025) подтверждает, что высокие функциональные резервы и активный образ жизни до операции ассоциируются с ускоренным восстановлением и более эффективной адаптацией в послеоперационном периоде.

Основной целью раннего послеоперационного периода является скорейшая вертикализация и активизация пациента, восстановление навыков самообслуживания в повседневной жизни, обезболивание и стимулирование репаративных процессов в зоне хирургического вмешательства. При этом реабилитационная программа должна быть тщательно спланирована с учётом физиологических фаз послеоперационного заживления, чтобы не нарушать естественное течение раневого процесса, который проходит:

- 1- стадию гидратации/ воспаления (1-3 сут.)
- 2- стадию дегидратации/ пролиферации (2-14 сут.)
- 3- фазу рубцевания (с 4 по 27 сут.)

На данном этапе широко применяются противовоспалительные препараты, а также профилактическая гастропротективная и антитромботическая терапия. С целью разгрузки и покоя шейного отдела позвоночника, а равно для уменьшения боли в течение первого месяца после операции традиционно назначают ортопедические фиксаторы. При этом в ряде публикаций приведены сведения, по которым ношение фиксатора не связано со снижением послеоперационной боли (Белова А. Н., Прокопенко С. В., 2010; Fernandes R. et al., 2024).

НИЛТ используют как вспомогательный физиотерапевтический метод в раннем послеоперационном периоде, прежде всего с противовоспалительной и регенераторной целью. Механизм действия связывают с усилением микроциркуляции, активацией обменных реакций в зоне воспаления, уменьшением тканевого отёка и повышением фагоцитарной активности микро- и макрофагальной системы. По данным метаанализа 16 рандомизированных контролируемых исследований с участием 820 пациентов с острой болью в области шеи, лазерная терапия сопровождалась снижением интенсивности болевого синдрома в 95% случаев сразу после завершения курса. В литературе описано сохранение анальгетического эффекта в течение 22 недель после окончания лечения, что указывает на клиническую значимость метода и относительную стойкость полученного результата (Белова А. Н., Прокопенко С. В., 2010; Chow R. T. et al., 2009).

В раннем послеоперационном периоде применяют ЛФК, направленную на восстановление мышечной силы, координации и подвижности, профилактику контрактур и мышечной атрофии

При поражении спинного мозга лечебная физкультура решает несколько задач:

- восстановление мышечной силы и двигательных функций;
- уменьшение спастичности;
- улучшение местного кровообращения;
- предупреждение контрактур и тугоподвижности суставов.

На начальном этапе ЛФК проводят из положения лёжа на спине. Используют дыхательные упражнения и движения для дистальных отделов конечностей; сначала пассивные, затем пассивно-активные движения в суставах рук и ног, после чего нагрузку постепенно переводят к изометрическим и силовым режимам (Wibault J. et al., 2018). Ранее выполненные исследования показали тесную связь между слабостью глубоких мышц шеи и трапециевидных и выраженностью аксиальной боли после операции на шейном отделе позвоночника (Ito S. et al.,

2023). Укрепление глубоких мышц шеи статистически связано с улучшением индекса ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее (NDI) и уменьшением выраженности болевого синдрома (Wibault J. et al., 2018).

Стоит отметить, что чувствительные расстройства верхних конечностей, снижение тонкой моторики и мышечной силы рук нередко выступают начальными клиническими проявлениями СШМ (Badran A. et al., 2018; Jajeh H. et al., 2024). Восстановление двигательных функций дистальных отделов верхних конечностей представляет собой не только крайне важную, но и чрезвычайно сложную задачу. Движения в кистях отличаются чрезвычайно высоким уровнем координации, пластичности и тонкой структурной организации, что придаёт им особую функциональную значимость. Как показывают исследования, степень нарушения мелкой моторики тесно коррелирует с тяжестью течения СШМ (Kalsi-Ryan S. et al., 2020)

Экспериментальные исследования на приматах с искусственно вызванным повреждением спинного мозга продемонстрировали улучшение мануальных навыков при раннем включении в реабилитацию упражнений, нацеленных на развитие мелкой моторики (Higo N., 2014). Следовательно, раннее внедрение в реабилитационную программу упражнений для кистей рук существенно повышает прогноз для пациентов с СШМ.

Одним из таких методов может стать биологическая обратная связь (БОС) — инструментальный метод, при котором физиологические процессы организма непрерывно регистрируются и отображаются пациенту в виде визуальной или звуковой обратной связи, что позволяет пациенту сознательно регулировать такие показатели, как мышечный тонус, интенсивность физической нагрузки, дыхательные параметры, активность головного мозга с целью повышения адаптивной функциональной реакции организма. В основе метода лежит принцип обратной афферентации П.К. Анохина, позволяющий афферентной импульсации, формирующейся работающим органом, образовывать замкнутые системы обратной связи. Именно механизму обратной связи принадлежит универсальная и

решающая роль в формировании высших приспособительных реакций организма (Миронов С. П. и др., 1999; Костенко Е.В. и др., 2024).

Неоспоримые преимущества БОС представляются в аспекте формирования адаптивных функциональных реакций организма. По данным литературы, БОС широко используется в физической реабилитации, при этом применяемые методы БОС, основаны на биомеханических измерениях и измерениях физиологических систем организма. Физиологические системы организма, которые могут быть измерены для обеспечения БОС — это нервно-мышечная система, дыхательная система и сердечно-сосудистая система (Тарасова Е. М. и др., 2024; Giggins O. M. et al., 2013).

К нейромышечным методам БОС относятся электромиографическая и ультразвуковая визуализация в реальном времени. БОС с ЭМГ является наиболее широко изученным методом и, по-видимому, эффективна при лечении многих заболеваний опорно-двигательного аппарата и в реабилитации в том числе (Витальевна Щ. Н., 2023; Giggins O. M. et al., 2013). Биологическая обратная связь и ультразвуковая визуализация в реальном времени продемонстрировала свою эффективность в лечении боли в пояснице и дисфункции мышц тазового дна (Valera-Calero J. A., et al., 2021).

Биологическая обратная связь, как правило, обеспечивается с помощью визуальных дисплеев, акустических или тактильных сигналов, однако в последнее время в качестве сигналов биологической обратной связи стали использоваться виртуальная реальность или технология экзергейминга. Технологии виртуальной реальности и экзергейминга были в первую очередь исследованы в реабилитации при сердечно-сосудистых, неврологических заболеваниях, однако более поздние работы показали, что этот тип биологической обратной связи эффективен в улучшении техники упражнений при заболеваниях опорно-двигательного аппарата (Giggins O. M. et al., 2013; Plavoukou T. et al., 2025).

Важным фактором в развитии дегенеративных изменений шейного отдела позвоночника являются сформировавшиеся двигательные стереотипы, которые увеличивают нагрузку на структуры позвоночного столба, в сочетании с

недостаточной тренированностью мышц. При этом тренировки с БОС в режиме изометрического сокращения не только способствуют увеличению мышечной силы, но и снижают их утомляемость (Tsiringakis G. et al., 2020). Эффективность использования аппаратуры биологической обратной связи (БОС) в комплексной терапии пациентов с травмой спинного мозга была подтверждена рядом зарубежных исследований (Middaugh S. et al., 2013; Guo Y. et al., 2021).

Учитывая, что психоэмоциональные изменения могут приводить к мышечному напряжению, вызывающему ишемию, отек, сужение артериол, усугубляющие болевой синдром, применение аппаратуры БОС, направленной на коррекцию психоэмоционального состояния, способствует уменьшению мышечно-тонических синдромов и, как следствие, улучшению микроциркуляции. В свою очередь, снижение болевого синдрома способствует мобилизации волевых ресурсов пациентов и благоприятно сказывается на лечебном процессе (Calderone A. et al., 2025).

Гониометрическое устройство с биологической обратной связью (БОС) позволяет измерять угол смещения суставов при выполнении упражнений, что даёт возможность корректировать диапазон движений. В некоторых случаях гониометрическое БОС устройства могут выступать в качестве альтернативы электромиографическому БОС, особенно когда контроль над отдельными мышцами затруднён. Эти устройства выделяются своей простотой и удобством: они состоят из двух пластиковых вращающихся ручек, одна из которых содержит магнит, а другая — детектор, генерирующий звуковой сигнал. Важно, чтобы центр вращения устройства совпадал с центром вращения исследуемого сегмента позвоночника (Щербина Н. В., 2023; Shin H. S. et al., 2025).

Комфортность и эффективность реабилитационных программ с включением БОС повышает приверженность пациентов к тренировочному процессу и обеспечивает лучшие функциональные исходы лечения. В исследовании В.Р. Кочиной с соавт. (2022) по изучению комплексной медицинской реабилитации больных после перелома лучевой кости в типичном месте, тренажер Tyromotion PABLO применялся в комплексном восстановительном лечении совместно с

низкочастотным лазерным излучением и магнитотерапией. Методика БОС позволила более эффективно улучшить функциональное состояние пострадавшей руки пациентов за счет коррекции нарушенной моторной функции, что убедительно доказало преимущество комплексного подхода в лечении перед стандартным набором физиопроцедур.

Согласно данным крупного метаанализа, поздний послеоперационный период (4-6 недель после декомпрессии) является самым подходящим для проведения полноценного восстановительного лечения (Гуща А.О. и др., 2019). Ведущая роль на данном этапе реабилитации отводится комплексным восстановительным программам, включающим ЛФК, БОС, кинезио-, психо-, медикаментозную терапию, массаж, механотерапию и методы физиотерапии (электростимуляцию и/или магнитостимуляцию паретичных мышц, СМТ- терапия, ультрафонофорез...) (Чехонацкий А.А. и др., 2020; Толстая С. И. и др., 2023; Stanton R. et al., 2017; Harvey L.A., 2016). Кроме того, в реабилитационный комплекс возможно внедрение технологий машинного обучения (Torol E. J., 2019), систем виртуальной реальности и методики мультисенсорной когнитивной реабилитации, направленных на осознание собственного тела (Raju V. B. et al., 2025). В программу специальной лечебной физкультуры, направленной на укрепление мышц-стабилизаторов туловища, включают тренировки на стабилметрических платформах (Biodex) и механотерапевтических тренажерах (Ormed, Экзарта) (Коновалова Н. Г. и др., 2017; Толстая С. И. и др., 2023; Mir D. A. et al., 2025).

Помимо этого, в настоящее время активно разрабатываются и внедряются роботизированные технологии, позволяющие дозированно увеличивать нагрузку и контролировать правильность выполнения упражнений. Их применение повышает интенсивность и качество тренировочного процесса, что способствует сокращению сроков восстановления нарушенных функций. Особое внимание заслуживают отечественные и зарубежные роботизированные экзоскелеты для рук и ног (Ailegs, Ekso Bionics, Ekso, Rice Wrist-5). Некоторые из них оснащены функциональной

электростимуляцией и адаптированы для длительной роботизированной ходьбы (French J. A. et al., 2014; Pei Y. et al., 2025).

Обнадеживающие результаты были достигнуты при применении роботизированных ортезов Armeo и Amadeo, а также аппаратно-программных комплексов для восстановления мелкой моторики кистей рук и опорно-двигательной функции ног (НКАФО, КАФО). У пациентов с выраженным нижним спастическим парепарезом целесообразно дополнительно назначить занятия на беговой дорожке с разгрузкой массы тела (Body-Weight-Supported Treadmill Training — BWSTT) с целью формирования правильного двигательного стереотипа ходьбы. Помимо этого, для таких пациентов создаются специальные программы и портативные устройства электростимуляции, позволяющие реализовать реабилитационную программу в необходимом объёме. Кроме того, активно развиваются технологии имплантационной нейромодуляции, в частности устройства для стимуляции спинного мозга и блуждающего нерва (Толстая С. И. и др., 2023; Yáñez-Sánchez A. et al., 2020; Nistor-Cseppento et al., 2022; Shi Y. et al., 2025).

Однако эффективность таких реабилитационных методов во многом зависит от своевременной медикаментозной поддержки в лечении спастичности нижних конечностей с тренировкой правильного двигательного стереотипа ходьбы, что обеспечивает благоприятный клинический и социальный прогноз. С этой целью используется ботулинотерапия, электропунктура, интратекальное введение баклофена, растяжки и вибротерапия, роботизированные локомоторные тренировки, в том числе с отягощением, — чрескожная радиочастотная термическая нейроабляция, эпидуральная стимуляция спинного мозга, селективная дорсальная ризотомия (Palazón-García R. et al., 2019; Biktimirov A. et al., 2020; Li H. X. et al., 2025).

По показаниям, с учётом степени функциональных нарушений, назначают эрготерапию. Её применение связано с восстановлением навыков повседневной жизни и самообслуживания: личной гигиены, одевания и снятия одежды, контроля функций тазовых органов, приёма пищи, планирования и организации свободного

времени. Отдельное место занимает обучение использованию цифровых устройств для общения, поскольку при ограничении движений такая возможность напрямую связана с сохранением контактов и участием в повседневной коммуникации. При двигательных нарушениях работа сосредоточена на обучении самостоятельному передвижению с применением вспомогательных средств, подобранных по функциональным возможностям пациента (Мальцева М.Н. и др., 2016).

В исследованиях отмечено, что эрготерапия заметно повышает качество жизни и поддерживает социальную реабилитацию пациентов с СШМ в позднем послеоперационном периоде. Сочетание разных методов и техник эрготерапии помогает восстановить функциональные возможности и самостоятельность пациентов в тех действиях, где неврологический дефицит особенно быстро ограничивает повседневную активность (Eraskin D. A. et al., 2020).

Современные перспективы развития реабилитации.

Основные направления развития ранней послеоперационной реабилитации пациентов с СШМ являются:

- Персонализация реабилитационных программ: разработка алгоритмов, учитывающих индивидуальные особенности пациента: неврологический статус, сопутствующие заболевания, психологические факторы, социально-бытовые условия;
- Интеграция современных технологий: более широкое внедрение роботоассистированных систем, виртуальной реальности, телереабилитации и приложений с искусственным интеллектом для удаленного мониторинга и коррекции программы занятий. Такие технологии расширят доступ к реабилитации для пациентов с ограниченными возможностями передвижения и улучшат приверженность к лечению;
- Фокус на комплексное восстановление: внимание должно уделяться не только двигательным функциям, но и когнитивной, эмоциональной и социальной составляющим, что позволит обеспечить полноценное возвращение пациента к активной жизнедеятельности;

- Доказательная база и стандарты качества: Дальнейшие рандомизированные контролируемые исследования, метаанализы и систематические обзоры необходимые для выработки унифицированных рекомендаций и клинических протоколов по реабилитации таких пациентов. Кроме того, разработка стандартных критериев оценки эффективности реабилитации позволит сопоставлять данные разных исследований.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика исследования и групп пациентов

В период 2023-2025 года на базе нейрохирургических отделений №1, №2 Российского нейрохирургического института им проф. А.Л. Поленова было проведено открытое, контролируемое, одноцентровое, рандомизированное исследование эффективности послеоперационного восстановительного лечения у пациентов с СШМ. Исследование, выполненное в соответствии с принципами доказательной медицины, носило проспективный характер и предусматривало проведение скрининга порядка 130 пациентов с верифицированной СШМ. По результатам которого после применения строгих критерий включения и исключения в окончательный анализ были включены 90 пациентов, полностью соответствующих протоколу исследования и имевших необходимый объём клинико-инструментальных данных. Диагноз спондилогенной шейной миелопатии устанавливался на основании комплексной оценки клинической картины, данных нейровизуализации и результатов нейрофизиологических исследований. В рамках работы проводилось изучение неврологического и функционального статуса пациентов в дооперационном периоде, после операции и в день перед выпиской из стационара, а также через 3 и 6 месяцев после оперативного вмешательства.

Критерии включения: мужчины и женщины в возрасте от 18 до 90 лет с центральным или латеральным стенозом позвоночного канала и с подтвержденным по результатам обследования диагнозом спондилогенная шейная миелопатия по МКБ10- M50.0 Поражение межпозвонкового диска шейного отдела с миелопатией (G99.2).

Критерии исключения:

- Возраст моложе 18 или старше 90 лет;

- Наличие у пациента острой патологии, исключающей проведение оперативного вмешательства на шейном отделе позвоночника и реабилитационных мероприятий на момент отбора в исследование;
- Пациенты, повторно прооперированные на шейном отделе позвоночника;
- Сенсомоторная дистальная полинейропатия тяжелой стадии;
- Нестабильная стенокардия или инфаркт миокарда, церебральный инсульт в течение предыдущего месяца;
- Наличие инвалидизирующих инсультов в анамнезе;
- Выраженные нарушения высших психических и речевых функций;
- Наличие электрокардиостимулятора или других имплантированных электронных устройств;
- Переломы конечностей на момент исследования или после клинического выздоровления прошло менее трех месяцев;
- Острые инфекционные заболевания или повреждения конечностей;
- Известные онкологические заболевания;
- Общие противопоказания для физиотерапевтического лечения;
- Отказ подписывать информированное согласие;

Перед включением в исследование всех пациентов подробно информировали о целях и сущности клинического исследования, методах диагностики и составляющих элементах лечебно-реабилитационной программы, о возможной пользе и степени риска при участии в исследовании, об их правах и обязанностях. Исследование выполнено с соблюдением принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации, проведение исследования было одобрено на заседании локального этического комитета ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России (заключение от 26.01.2024, протокол № 1102-24).

В исследованную выборку вошло 90 пациентов – 57 (63 %) мужчин и 33 (37 %) женщины. Средний возраст составил для мужчин $57 \pm 11,6$ лет (от 29 до 85 лет);

для женщин $57,9 \pm 12,5$ лет (от 28 до 83 лет), различия статистически незначимы ($p = 0,822$).

Для решения поставленной цели и задач все пациенты были разделены нами согласно дизайну нашей работы, на 3 группы.

В первую группу сравнения с «БОС» ($n=30$) были включены 19 (63 %) мужчин в возрасте $57,8 \pm 10$ лет и 11 (37 %) женщин в возрасте $57,1 \pm 12,9$ лет, получающие помимо стандартизированного реабилитационного курса (ЛФК и массаж) терапию, включающую занятия на аппарате с биологической обратной связью Pablo System для тренировки мелкой моторики рук.

Во вторую группу сравнения с использованием «БОС+НИЛТ» ($n=30$) были включены 19 (63 %) мужчин в возрасте $56,4 \pm 13$ лет и 11 (37 %) женщин в возрасте $58,5 \pm 10,8$ лет, которым в дополнение к реабилитационной программе (ЛФК, массаж) проводилось лечение с использованием аппарата биологической обратной связи Pablo System для тренировки мелкой моторики кистей рук, а также курс низкоинтенсивной лазеротерапии.

В группе контроля ($n=30$), в которую входило 19 (63 %) мужчин в возрасте $57,8 \pm 12,1$ лет и 11 (37%) женщин в возрасте $58,1 \pm 14,8$ лет, проводилась стандартизированная реабилитационная лечебная программа (ЛФК, массаж), применяемая после декомпрессивной операции на шейном отделе. Пациенты всех групп получали необходимую фармакотерапию, которая не имела значимых межгрупповых различий.

Пациенты находились под нашим наблюдением в дооперационный период, ранний послеоперационный период и на протяжении 6 месяцев после операции.

Все пациенты (контрольной и групп сравнения) получали лечение в рамках и соответствии с Клиническими рекомендациями «Дегенеративные заболевания позвоночника» Министерства здравоохранения РФ от 2024 года.

Для анализа влияния длительности заболевания на исходы лечения все пациенты были стратифицированы на три клинические группы в зависимости от продолжительности симптомов миелопатии: 1-я группа ($n=23$, 25,6 %) – с длительностью заболевания до 6 месяцев; 2-я группа ($n=20$, 22,2 %) – от 6 до 12

месяцев; 3-я группа (n=47, 52,2 %) – свыше 1 года. При этом статистически значимых различий между исследуемыми группами выявлено не было ($p=0,492$), что свидетельствует о сопоставимости групп по длительности предоперационного течения заболевания (Таблица 1). Следует подчеркнуть, что часть пациентов испытывала трудности при указании точного времени появления первых симптомов, что, по нашему мнению, напрямую связано с постепенно прогрессирующей, малосимптомной клинической картиной на начальных этапах дегенеративной шейной миелопатии. Такие неспецифические проявления, как эпизодическая боль в области шеи, переходящее легкое онемение в пальцах рук, часто оставались без должного внимания со стороны пациентов.

Таблица 1 – Распределение пациентов в зависимости от длительности заболевания, пола и группы

Длительность заболевания СШМ	НИЛТ + БОС		БОС		Контрольная		Р, межгрупповое сравнение
	п	%	п	%	п	%	
<6 месяцев	10	33,3%	7	23,3%	6	20%	0,492
6 месяцев до 1 года	8	26,7%	7	23,3%	5	16,7%	
>1 года	12	40%	16	53,4%	19	63,4%	
Всего	30	100%	30	100%	30	100%	

В обследованной выборке во всех трёх группах преобладали пациенты с длительностью заболевания более 1 года как среди мужчин, так и среди женщин, что отражает преимущественно хроническое течение СШМ.

2.1.1 Факторы, ассоциированные с исходной степенью тяжести шейной миелопатии на дооперационном этапе

Выраженность неврологического дефицита при СШМ характеризуется значительной вариабельностью и, согласно нашим данным, может быть обусловлена комплексом клинико-анамнестических, нейрофизиологических и нейровизуализационных факторов. В связи с этим актуальной задачей являлось

выявление предикторов, определяющих степень тяжести заболевания до оперативного вмешательства.

Для проведения сравнительного анализа все пациенты были распределены на две подгруппы в зависимости от исходной степени тяжести СШМ по шкале mJOA: с легкой степенью тяжести (>12 баллов) и с тяжелой степенью (≤ 12 баллов). В ходе работы был выполнен сравнительный анализ клинико-анамнестических, неврологических и функциональных показателей между выделенными группами, а также определены факторы, ассоциированные с более высоким уровнем функционирования на дооперационном этапе.

Пациенты с тяжёлой степенью миелопатии характеризовались медианой возраста $60,3 \pm 11,5$ лет и были статистически значимо старше пациентов с лёгкой степенью СШМ с медианой возраста $55,0 \pm 11,8$ лет ($p=0,034$) (Таблица 2), что позволяет предположить вклад возраста и длительности заболевания в формирование более выраженного неврологического дефицита на момент обращения. Данная закономерность впоследствии была подтверждена корреляционным анализом, по результатам которого была выявлена отрицательная связь баллов mJOA к концу наблюдения с возрастом пациента ($r=-0,249$; $p=0,018$).

Длительность симптомов до установления диагноза в сравниваемых группах статистически значимо не различались, как при легкой, так и при тяжелой степени миелопатии. При этом 47 пациентов (52,2%) отмечали продолжительность заболевания более 1 года, 20 (22,2%) – от 6 до 12 месяцев и 23 (25,6%) менее полугода ($p = 0,394$) (Таблица 3). Таким образом, значимый неврологический дефицит может сформироваться даже за относительно короткий срок, тогда как у части пациентов с длительным (>1 года) анамнезом могут быть лишь лёгкие проявления заболевания. Данное наблюдение подчёркивает роль индивидуальных факторов и характера поражения на темпы прогрессирования миелопатии.

При анализе антропометрических показателей статистически значимой корреляции между ростом, индексом массы тела и исходной степенью тяжести состояния по шкале mJOA нами не выявлено ($p > 0,05$) (Таблица 2). Вместе с тем в подгруппе пациентов с исходной лёгкой степенью тяжести по mJOA по данным

многофакторного регрессионного анализа показано, что при более низких значениях ИМТ комбинированное использование БОС+НИЛТ ассоциировалось с лучшим восстановлением по шкале mJOA к концу периода наблюдения.

При анализе факторов риска развития СШМ не обнаружилось влияние курения на тяжесть течения миелопатии: частота курения составила около 57% в обеих подгруппах. Употребление алкоголя несколько чаще отмечалось у пациентов с тяжелой степенью миелопатии (34,9 % против 19,1 % при легкой), однако выявленные различия не достигли статистической значимости ($p = 0,092$) (Таблица 2). Вместе с тем выявленная тенденция может косвенно указывать на неблагоприятное влияние данных факторов на течение заболевания, что требует дальнейшего изучения и подтверждения в исследованиях с большим объёмом выборки. Наличие сопутствующей гипертонической болезни лишь незначительно чаще отмечалось в группе с тяжелой степени миелопатии (65% против ~51% при легкой степени, $p = 0,178$) (Таблица 2). Аналогично, уровень физической активности до заболевания (занятия спортом, физкультурой) не продемонстрировал статистически значимых различий между группами ($p = 0,801$), что предполагает, что исходная тяжесть миелопатии не напрямую зависит от указанного образа жизни (Таблица 3).

Таблица 2 – Сравнение показателей в зависимости от первоначальной степени тяжести по mJOA

Показатели	Степень тяжести по mJOA				P
	Тяжелая ≤12		Легкая>12		
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
1	2	3	4	5	6
Возраст	60,33±11,46	56,8-63,85	55,04±11,82	51,57-58,51	0,034*
Рост	170,7±7,72	168-173	170,6±9,34	167-173	0,934
	Me	[IQR]	Me	[IQR]	
ИМТ	26	[23;28]	26	[25;29,5]	0,255
Передне-задний размер	6,8	[6;8,8]	7	[6;8,6]	0,255
ВАШ	6	[4;8]	7	[4;8]	0,431
Тест 30	45	[36,5;62]	30	[27;35]	<0,001*
	Отсутствие фактора (n)	Наличие фактора (n)	Отсутствие фактора (n)	Наличие фактора (n)	
Курение	18 (41,9 %)	25 (58,1 %)	20 (42,6 %)	27 (57,4 %)	0,947

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Алкоголь	28 (65,1 %)	15 (34,9 %)	38 (80,9 %)	9 (19,1 %)	0,092
Гипертоническая болезнь	15 (34,9 %)	28 (65,1 %)	23 (48,9 %)	24 (51,1 %)	0,178
Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)					

Уровень образования статистически значимо различался между подгруппами пациентов с легкой и тяжелой степенью тяжести по mJOA ($p=0,001$). Среди пациентов с тяжёлой миелопатией чаще встречались лица со средним образованием ($n=6$; 14,0%) и средним специальным ($n=27$; 62,8%), тогда как при лёгкой степени миелопатии преобладали пациенты с высшим образованием ($n=25$; 53,2% против 23,3% в группе тяжёлой миелопатии; $p=0,008$) (Таблица 3). Данное различие может отражать косвенное влияние социально-экономических факторов на своевременность обращения за медицинской помощью и, как следствие, на степень прогрессирования заболевания.

Таблица 3 – Сравнение показателей в зависимости от первоначальной степени тяжести по mJOA

Признаки	Степень тяжести по mJOA		p
	Тяжелая ≤12	Легкая>12	
Длительность заболевания			
<6 месяцев	11 (47,8 %)	12 (52,2 %)	0,394
От 6 месяцев до года	7 (35 %)	13 (65 %)	
Больше года	25 (53,2 %)	22 (46,8 %)	
Образование			
Среднее	6 (14 %)	1 (2,1 %)	0,001* p (1-1) = 0,036* p (2-2) = 0,02* p (4-4) = 0,004*
Средне специальное	27 (62,8 %)	18 (38,3 %)	
Незаконченное высшее	0	3 (6,4 %)	
Высшее	10 (23,3 %)	25 (53,2 %)	
Спорт			
Нет	34 (79,1 %)	33 (70,2 %)	0,801
Физзарядка (<2 раза в неделю)	3 (7 %)	4 (8,5 %)	
Бег (> 2 раза в неделю)	2 (4,7 %)	3 (6,4 %)	
Профессиональный спорт	4 (9,3 %)	7 (14,9 %)	
Нарушение мелкой моторики			
Нет нарушений	6 (14 %)	24 (51,1 %)	<0,001* p(1-1)<0,001* p(3-3)=0,043* p(4-4)=0,034*
Легкие нарушения	20 (46,5 %)	20 (42,6 %)	
Умеренные нарушения	9 (20,9 %)	3 (6,4 %)	
Тяжелые нарушения	8 (18,6 %)	0	
Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)			

Клинически группы обследуемых пациентов существенно не различались по наличию и частоте встречаемости некоторых неврологических симптомов, характеризующих тяжесть течения заболевания. Так выраженность болевого синдрома, оцененная по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), не продемонстрировала статистически значимой связи с тяжестью неврологического дефицита: медианный уровень боли составил 6/10 при тяжелой степени миелопатии и 7/10 при легкой ($p = 0,431$). Таким образом, пациенты даже с минимальными нарушениями могли испытывать сильную боль в шее или конечностях, тогда как у некоторых больных с тяжелым неврологическим дефицитом болевой синдром оставался умеренным. Данный факт подчеркивает, что выраженность болевого синдрома не определяется степенью тяжести миелопатии по mJOA, а в значительной степени связан с сопутствующей радикулопатией и психоэмоциональными особенностями пациента.

У пациентов с тяжелой формой миелопатии наблюдалось более выраженное снижение скорости ходьбы: время прохождения 30-метровой дистанции составило 45 с [36,5;62], против 30 с [27;35] в группе с легкой степенью ($p < 0,001$). Кроме того, при тяжёлой степени шейной миелопатии достоверно чаще регистрировались нарушения мелкой моторики кистей рук, включая лёгкие–умеренные ($n=29$, 67,4%) и вплоть до тяжелых ($n=8$, 18,6%) по тесту Френчай, тогда как в лёгкой подгруппе преобладали минимальные проявления ($n=44$, 93,7%, $p<0,05$) (Рисунок 1).

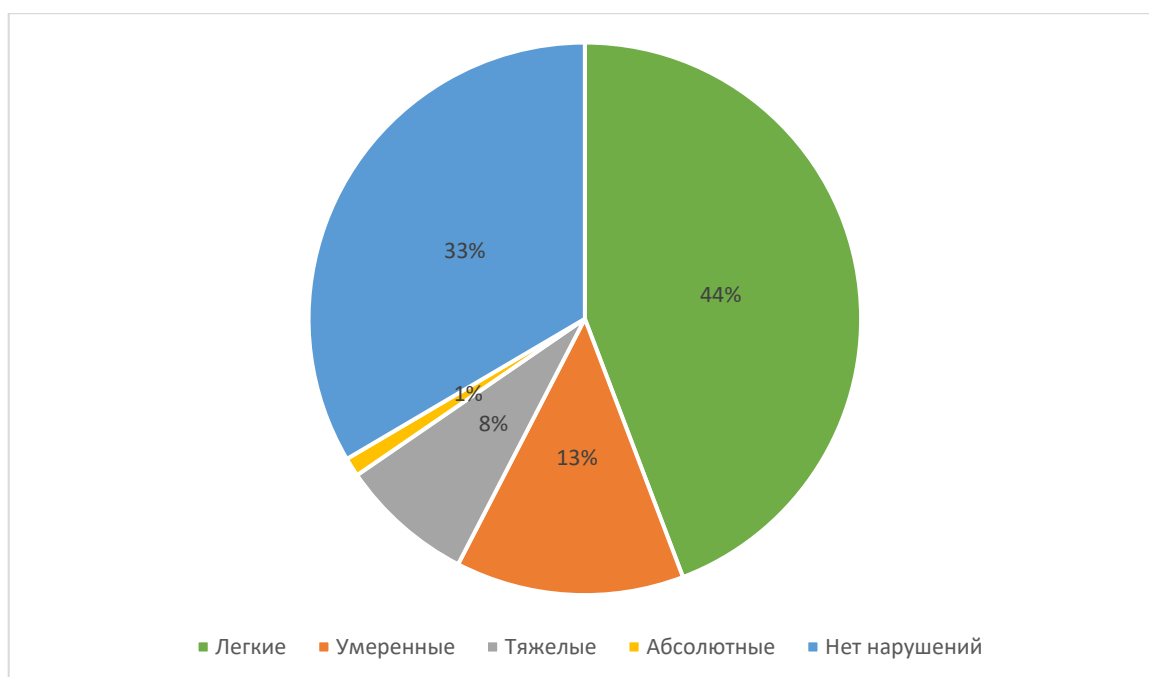


Рисунок 1 – Распределение пациентов в зависимости от степени нарушения мелкой моторики кистей рук по тесту Френчай

Согласно полученным нами данным, анатомические характеристики позвоночного канала не продемонстрировали статистически значимой связи с исходной степенью тяжести миелопатии. В частности, распределение типов стеноза (центрального, латерального и комбинированного) в сравниваемых группах было сопоставимым и статистически значимо не различалось ($p=0,256$). Более того, на предоперационную степень тяжести по mJOA также не оказывало влияния количество пораженных шейных сегментов позвоночника: схожая доля пациентов имела поражение одного уровня ($n=18$, 42% против $n=21$, 45%), двух уровней ($n=16$, 37% против $n=19$, 40%) либо многоуровневое поражение ($n=9$, 21% против $n=7$, 15%) в группах тяжелой и легкой степени миелопатии соответственно, ($p = 0,755$). Отсутствие различий указывает на то, что выраженность миелопатии определяется не столько количеством уровней стеноза, сколько качественными характеристиками компрессии и функциональным состоянием спинного мозга. Косвенно это подтверждается анализом передне-заднего размера позвоночного канала: у пациентов с тяжелой степенью миелопатии медиана показателя была лишь незначительно ниже (6,8 мм) по сравнению с подгруппой легкой степени (7 мм)

($p = 0,255$) (Таблица 2). Вместе с тем по данным многофакторного регрессионного анализа показано, что больший передне-задний размер позвоночного канала ассоциировался с более выраженным улучшением неврологического статуса по шкале mJOA к 6-му месяцу наблюдения ($p < 0,001$). Кроме того, на последнем этапе наблюдения выявлена положительная корреляционная связь баллов mJOA с передне-задним размером позвоночного канала ($r = 0,253$; $p = 0,018$).

У пациентов с тяжёлой степенью миелопатии по шкале mJOA отмечалось статистически значимое замедление проведения по чувствительным проводящим путям по сравнению с лёгкой степенью миелопатии. Так, латентность соматосенсорного ответа N13 была выше (Me 13,96 мс против 13,50 мс в группе с легкой степенью ($p = 0,001$), а латентность коркового потенциала N20 - достоверно больше (Me 21,13 мс против 19,83 мс в группе с легкой степенью ($p < 0,001$). Полученные различия указывают на более выраженное нарушение проводимости по задним канатикам спинного мозга при тяжёлом поражении. При этом амплитуды сенсорных ответов (N35–P38) между группами статистически значимо не различались ($p > 0,05$) (Таблица 4).

Наиболее выраженные межгрупповые различия выявлены при оценке проводимости по пирамидным путям. Время центрального моторного проведения (ВЦМП) к верхним конечностям у пациентов с тяжёлой степенью миелопатии было практически вдвое выше, чем при лёгкой степени: для правой руки медиана составила 16,38 мс [13,35; 21,19] против 8,57 мс [7,41; 9,08] соответственно ($p < 0,001$). Аналогичная картина отмечена и для левой руки — 17,55 мс [13,47; 20,46] против 8,10 мс [6,80; 9,23] соответственно ($p < 0,001$). У подавляющего большинства пациентов с тяжёлой миелопатией регистрировалось выраженное замедление моторной проводимости, тогда как при лёгкой степени значения ВЦМП чаще оставались в пределах референтных показателей. При этом более низкие предоперационные значения ВЦМП являлись значимым предиктором более выраженного улучшения качества жизни по EQ-5D-3L к концу 6 месяца наблюдения ($p = 0,02$) (Таблица 4).

Таблица 4 – Сравнение показателей в зависимости от первоначальной степени тяжести по mJOA

Показатели	Степень тяжести по mJOA				P
	Тяжелая ≤12		Легкая >12		
	Me	[IQR]	Me	[IQR]	
N13 пр. рука до операции	13,96	[13,7;14,21]	13,5	[13,2;13,65]	0,001*
N20 пр. рука до операции	21,13	[20,79;22,34]	19,83	[19,51;20,1]	<0,001*
N20-P23 пр. рука до операции	2,03	[1,84;2,29]	2,49	[2,31;2,81]	0,009*
N35-P38 пр. нога до операции	1,53	[0,88;2,08]	1,77	[1,45;2,23]	0,255
ВЦМП пр. рука до операции	16,36	[13,34;21,01]	8,57	[7,42;9,74]	<0,001*
ВЦМП лев. рука до операции	17,55	[13,47;20,46]	8,1	[6,8;9,23]	<0,001*
Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)					

2.2 Методы исследования

Для решения поставленных в исследовании задач проводилось комплексное клинико-инструментальное обследование всех пациентов с обязательным использованием шкал и опросников оценки неврологического статуса. Параллельно осуществлялся сбор анамнеза заболевания (факторы риска, длительность заболевания) и анамнеза жизни (ранее перенесенные и сопутствующие заболевания, влияющие на процесс реабилитации). Данные обследования вносились в специальную форму истории болезни, созданную для каждого больного.

2.2.1 Неврологическое обследование и используемые клинические шкалы, и опросники

Всем пациентам, принимавшим участие в исследовании, проводился стандартный общий и неврологический осмотр (Триумфов А.В., 1959; Скоромец А.А. с соавт., 2007; Одинак М.М., Дыскин Д.Е., 2010), включавший оценку двигательной, чувствительной и рефлекторной сфер. Обследование проводилось неврологом в условиях дневного стационара, в утренние часы (с 9:00 до 11:00) с целью минимизации вариабельности показателей, связанной с утомляемостью пациентов.

Двигательная сфера

Оценка мышечной силы проводилась по 6-балльной шкале (Вейсс М., 1986; Мсpeak L., 1996), отдельно для проксимальных и дистальных групп мышц верхних и нижних конечностей:

- 0 — отсутствие произвольных движений и мышечных сокращений;
- 1 — минимальное сокращение мышц;
- 2 — активное движение возможно, но не преодолевает собственную силу тяжести;
- 3 — активное движение преодолевает собственную силу тяжести;
- 4 — активное движение преодолевает собственную силу тяжести и сопротивление врача;
- 5 — нормальная мышечная сила.

Дополнительно проводилась оценка наличия патологических стопных разгибательных рефлексов на нижних (Бабинского, Оппенгейма, Гордона, Шеффера) и патологических сгибательных на верхних (Хоффмана, извращенный радиальный рефлекс, симптом «уходящего» пальца) конечностях.

Чувствительная сфера

Проводилось исследование поверхностной и глубокой чувствительности в дерматомных зонах верхних и нижних конечностей.

Поверхностная чувствительность:

- Болевая чувствительность проверялась с помощью укола стерильной тупой иглой. Для исследования использовалась схема дерматомов по Hansen-Schliack (Дуус П., 1997).
- Тактильная чувствительность исследовалась с использованием монофиламента Semmes–Weinstein (10 г).

Глубокая чувствительность:

- Суставно-мышечное чувство исследовали через пассивные движения в дистальных межфаланговых суставах.
- Вибрационную чувствительность определяли градуированным камертоном частотой 128 Гц по 8-балльной шкале. Камертон устанавливали на тыльную поверхность указательных пальцев кистей и больших пальцев стоп.

Отдельно фиксировали зоны гипестезии, парестезии и аллодинию – появление боли в ответ на стимул, который в норме не вызывает болевых ощущений.

Симптом Лермитта

Симптом Лермитта проверяли путем активного сгибания головы пациента вперед. Положительным считали появления ощущения прохождения «тока» вдоль позвоночника или конечностей.

Шкалы и опросники

Для оценки функционального состояния пациентов после оперативного лечения СШМ использовали валидированные шкалы и опросники. Они позволяли в полной мере описать неврологический дефицит, степень двигательных нарушений, качества жизни и динамику восстановления.

Шкала Нурика

Нарушение походки оценивали по шкале Нурика. По этой шкале определяли степень тяжести миелопатии с опорой на оценку передвижения пешком. Балльный диапазон варьирует от 0, что соответствует отсутствию неврологического дефицита, до 5, когда пациент прикован к постели. Такая градация помогает

распределить пациентов по степени тяжести состояния в зависимости от их активности.

Модифицированная шкала Японской ортопедической ассоциации (mJOA)

Дополнительно применялась модифицированная шкала Японской ортопедической ассоциации (mJOA), предназначенная для количественной оценки функций верхних и нижних конечностей, чувствительности и нарушений мочеиспускания. Максимальная сумма баллов составляет 18; снижение итогового балла отражает увеличение тяжести неврологического дефицита. Высокая валидность и надежность шкалы подтверждена в многочисленных исследованиях пациентов с дегенеративной шейной миелопатией.

Шкала ASIA-ISNCSCI

Тестирование двигательной функции проводилось с использованием шкалы ASIA-ISNCSCI (American Spinal Injury Association Impairment Scale - International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury). Шкала обеспечивает стандартизированную оценку двигательной силы по 10 ключевым мышечным группам для каждой стороны тела, с последующим определением уровня повреждения спинного мозга и степени тяжести неврологического дефицита. Благодаря строгим критериям шкала ASIA-ISNCSCI широко используется как в клинической практике, так и в научных исследованиях.

Опросник EQ-5D-3L

Комплексная оценка качества жизни пациентов осуществлялась с использованием опросника EQ-5D-3L, включающего пять измерений состояния здоровья: подвижность, самообслуживание, повседневная деятельности, наличие боли/дискомфорта и тревоги/депрессии. Каждый параметр оценивался по трёхуровневой шкале (1 – нет проблем, 2 – умеренные проблемы, 3 – выраженные проблемы), дополнительно проводилась субъективная оценка общего состояния здоровья с использованием визуальной аналоговой шкалы. На основании профилей состояний рассчитывали интегральный индекс EQ-5D-3L с применением российского набора значений. Для каждого домена уровням 2 и 3 соответствовали

понижающие коэффициенты, суммарная величина которых вычиталась из 1,0, в результате чего получали значение индекса EQ-5D-3L:

$$EQ_index = 1 - (disut_mo + disut_sc + disut_ua + disut_pd + disut_ad).$$

где *disut_mo* – оценка по домену «Подвижность»; *disut_sc* – оценка по домену «Уход за собой»; *disut_ua* – оценка по домену «Повседневная деятельность»; *disut_pd* – оценка по домену «Боль/дискомфорт»; *disut_ad* – оценка по домену «Тревога/депрессия».

Значения индекса варьировали от 1,0 (полное здоровье) до более низких при увеличении числа и выраженности ограничений по доменам.

Шкала депрессии Бека

Для выявления и количественной оценки выраженности депрессивных симптомов применялась шкала (тест-опросник) депрессии Бека. Опросник включает 21 пункт, каждый из которых оценивается в диапазоне от 0 до 3 баллов, что позволяет оценить степень депрессии от минимальной до тяжелой. Использование данной шкалы особенно актуально при анализе влияния психологического состояния на динамику восстановительных процессов.

Индекс ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее (NDI)

Индекс ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее (Neck Disability Index, NDI) использовался для количественной оценки степени ограничения активности и участия пациента, связанной с болевым синдромом в шейной области. Индекс включает 10 разделов, охватывающих такие сферы, как уровень боли, самообслуживание, работоспособность, качество сна и эмоциональное состояние пациента.

Тест с ходьбой на 30 и 10 метров

Функциональная мобильность пациентов оценивалась с помощью тестов с ходьбой на 30 и 10 метров. При выполнении теста фиксировалось время, необходимое пациенту для прохождения заданного расстояния, что позволяло объективно оценить функциональное состояние нижних конечностей и потенциальный риск падения.

Тест Френчай

Для детальной оценки мелкой моторики верхних конечностей применялся тест Френчай (The Frenchay Arm Test). Данный тест включает 5 заданий, направленных на оценку способности выполнения точных движений рукой, включая захват, перемещение и манипуляцию мелкими объектами. Максимальная сумма баллов составляет 5; высокие баллы свидетельствуют о сохранении функциональной активности руки.

2.2.2 Оценка состояния здоровья и жизнедеятельности пациентов с помощью Международной классификации функционирования

Дополнительно в исследовании использовались домены Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ), оценивающие функции опорно-двигательной системы, навыки передвижения, способность к самообслуживанию, участие в социальной жизни, а также влияние факторов окружающей среды. Оценка проводилась в динамике по основным компонентам МКФ: «Функции и структуры организма» и «Активность и участие».

В блоке «Функции организма» анализировались домены, отражающие эмоционально-волевые, чувствительные и двигательные функции: b1301 – мотивация, b2701- вибрационная чувствительность, b2801 - боль в части тела, b7306 - сила всех мышц тела, b7603 - опорные функции руки или ноги, b770 – функции стереотипа походки, b6200 - мочеиспускание. В разделе «Активность и участие» оценивали домены мобильности и самообслуживания: d440 - точные движения кисти, d640 - выполнение работы по дому, d5400 - надевание одежды, d5401 - снятие одежды, d920 - отдых и досуг.

В блоке «Активность и участие» оценка доменов МКФ проводилась с учётом понятий «реализация» и «капаситет». Под реализацией понимали фактическое выполнение соответствующей активности в привычных условиях повседневной

жизни с использованием доступных вспомогательных средств и возможной помощью окружающих, под капаситетом – потенциальную способность пациента выполнять данную активность самостоятельно, без посторонней помощи. В настоящем исследовании количественный анализ доменов «Активность и участие» основывался преимущественно на оценке капаситета. Пациентам задавались вопросы о том, как они справляются с тем или иным видом деятельности при условии самостоятельного выполнения, без помощи родственников и без использования дополнительных технических средств. На основании самооценки пациента степень ограничения активности по каждому домену градуировали по шкале МКФ от 0 (отсутствие ограничений) до 4 (полное ограничение активности). Реализация учитывалась при клинико-описательной характеристике пациентов, но в отдельный количественный анализ не выносилась. Степень нарушения по каждому домену оценивали с использованием стандартных определителей МКФ: 0 - нет нарушений (0-4%), 1 - лёгкие нарушения (5-24%), 2 - умеренные (25-49%), 3 - тяжёлые (50-95%), 4 - абсолютные нарушения (96-100%).

В структуре блока «Функции организма» оценивали волевые и побудительные функции по домену b1301 МКФ («мотивация»). Оценка проводилась на основании структурированного опроса и клинико-психологического интервью, в ходе которого уточнялся уровень готовности пациента к выполнению рекомендаций, участию в реабилитационных мероприятиях и поддержанию повседневной активности. Пациентам предлагалось охарактеризовать, насколько часто они самостоятельно доводят до конца запланированные действия, после чего степень выраженности нарушений мотивации градуировалась по стандартным квалификаторам МКФ от 0 до 4: 0 - отсутствие нарушений, 1 - лёгкое снижение побудительной активности, 2 - умеренное снижение с необходимостью периодического внешнего стимулирования, 3 - выраженное снижение мотивации с невозможностью поддерживать активность без постоянной поддержки, 4 - практически полное отсутствие самостоятельной инициативы.

Вибрационная чувствительность исследовалась с помощью камертона с градуированной шкалой от 0-8 баллов. Значение 8 баллов соответствовало сохранённой вибрационной чувствительности, 0 баллов - её полному отсутствию. Для перевода количественных значений вибрационной чувствительности в квалификаторы домена b2701 МКФ использовали линейную шкалу относительного снижения функции. Степень нарушения рассчитывали по формуле:

$$\text{Степень нарушения (\%)} = (8-X)/8 \times 100 \%$$

где X – измеренное значение по шкале камертона (0–8).

В соответствии с рекомендуемыми интервалами МКФ 0–4% включали в категорию «нет нарушений» (квалификатор 0), 5–24% – «лёгкие нарушения» (1), 25–49% – «умеренные нарушения» (2), 50–95% – «тяжёлые нарушения» (3), 96–100% – «полные нарушения» (4). При этом значения 8 баллов относили к квалификатору 0, 7 баллов – к квалификатору 1, 6–5 баллов – к квалификатору 2, 4–1 балл – к квалификатору 3, 0 баллов – к квалификатору 4.

Оценка болевого синдрома проводилась в рамках домена b2801 МКФ («боль в части тела»). В связи с тем, что при шейной миелопатии болевые ощущения нередко имеют сочетанный характер (локальная боль в шейном отделе, иррадиация в конечности, мышечно-тонический компонент и др.), в рамках настоящего исследования не проводилась обязательная детальная топическая диагностика боли по отдельным анатомическим зонам, подкатегории b28010–b28019 (боль в голове и шее, в верхней/нижней конечности и т.д.). Боль рассматривалась как интегральный показатель, отражающий наличие и выраженность болевых ощущений в области шеи и конечностей, влияющих на повседневную активность пациента. Болевой синдром оценивали на основании визуально-аналоговой шкалы (ВАШ, 0–10 баллов), при этом полученные значения переводили в квалификаторы МКФ следующим образом: 0 баллов соответствовало отсутствию болевого синдрома (0), 1–3 балла - лёгкой степени выраженности (1), 4–6 баллов - умеренной (2), 7–9 баллов - выраженной (3), 10 баллов - полной степени нарушения (4).

Для характеристики домена b730 «мышечная сила» у пациентов использовали поддомен b7306 («сила всех мышц тела»), отражающий глобальный уровень двигательного дефицита. Количественной основой для оценки служил суммарный балл по шкале ASIA (0-100 баллов). Степень снижения мышечной силы выражали в процентах от максимально возможного значения и переводили в квалификаторы МКФ (0–4) согласно принятым интервалам: 100 - отсутствие нарушения (0), 99–92 - минимальные нарушения (1), 91–80 - легкая степень тяжести (2), 79–60 - средняя степень (3), <59 – тяжелая степень (4).

Опорные функции конечностей оценивали по домену b7603 МКФ с учётом способности пациента сохранять вертикальное положение, использовать нижние конечности в качестве основной опоры при стоянии и ходьбе, а также степени необходимости вспомогательных средств (трость, ходунки, опора за поручни, помощь другого человека). Квалификатор 0 соответствовал полной сохранности опорной функции (самостоятельное стояние и ходьба без дополнительной опоры), 1 - лёгким нарушениям (эпизодическое использование перил или поддержка руками), 2 - умеренным (использование трости), 3 - тяжёлым нарушениям (использование ходунков или помощи другого человека), 4 - практически полной утрате опорной функции с необходимостью использования кресла-коляски.

Нарушения мочеиспускания (задержка, недержание, императивные позывы) фиксировались как бинарный признак («отсутствует нарушения/есть нарушения») и кодировались в рамках домена b6200.

Функции стереотипа походки (b770) оценивали на основании времени прохождения дистанции 30 м в максимально быстром для пациента темпе. В качестве референсного значения использовали среднее время прохождения 30 метров у пациентов без клинически значимых нарушений ходьбы, которое в данной выборке составило 26 секунд. Для каждого пациента рассчитывали относительное замедление ходьбы по отношению к референсному значению (в процентах) и в соответствии с интервалами МКФ выполняли градацию нарушений стереотипа походки: увеличение времени прохождения дистанции не более чем до 27 с ($\leq 4\%$ от 26 с) расценивали как отсутствие нарушений (квалификатор 0), 28-32 с (5-24 %)

- как лёгкие нарушения (1), 33-39 с (25-49 %) – как умеренные (2), 40-51 с (50-95 %)
 - как тяжёлые (3), более 52 с (≥ 96 %) - как практически полную утрату нормального стереотипа походки (4).

Применение комплекса вышеуказанных шкал и опросников обеспечивало объективную оценку исходного состояния пациентов, мониторинг динамики реабилитационного процесса и комплексную оценку эффективности использования биологической обратной связи и низкоинтенсивного лазерного излучения в восстановлении мелкой моторики.

При анализе клинико- неврологических феноменов у пациентов контрольной и групп сравнения, наиболее удобные для анализа ближайших и отдаленных результатов оказались Модифицированная шкала Японской ортопедической ассоциации (mJOA), ВАШ, Шкала депрессии Бека, EQ-5D-3L, Тест с ходьбой на 30 метров, Шкала Френчай, домены Международной классификации функционирования (МКФ). Именно их результаты продемонстрировали наибольшее проявление маргинальных значений и статистическую достоверность. Однако нельзя утверждать, что данные, полученные с помощью остальных опросников, были бесполезными — они также имели усреднённые значения, пусть и с минимальной степенью достоверности, и будут использованы в дальнейшем в нашем исследовании.

2.2.3. Инструментальные методы обследования пациентов со спондилогенной шейной миелопатией

Для визуализации очагов миелопатии при дегенеративных поражениях шейного отдела спинного мозга применялся высокопольный магнитно-резонансный томограф «Magnetom Vida 3,0 T» фирмы Siemens с акцентом на сагиттальные и аксиальные проекции.

Основной структурной последовательностью являлось T2-взвешенное изображение, позволяющее выявить гиперинтенсивные зоны в веществе спинного

мозга, указывающие на миеломалецию, демиелинизацию или отёк. T1-взвешенные изображения применялись для оценки анатомических ориентиров и исключения жировых изменений, гематом или очагов миеломалеции в хронической фазе.

В некоторых случаях использовалась STIR-последовательность для подавления сигнала от жира и лучшей визуализации воспалительных или дегенеративных изменений в мягких тканях паравертебральной зоны.

Для уточнения степени компрессии спинного мозга, локализации грыжевых выпячиваний и оценки их отношения к дуральному мешку, проводилось аксиальное T2-сканирование на уровне заинтересованных дисков, что особенно важно при дифференцировке очага миелопатии от ишемии или опухолевого процесса.

Транскраниальная магнитная стимуляция

Для количественной и качественной оценки функционального состояния кортикоспинального тракта в данном исследовании применялась транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС). Диагностическая процедура проводилась с использованием нейрофизиологической системы «Нейро-МВП» (производство ООО «Нейрософт», Россия), оснащённой модулем магнитной стимуляции и индукционной катушкой (койлом) типа «восьмёрка» для фокусированного воздействия.

Методика проведения транскраниальной магнитной стимуляции

Процедура транскраниальной магнитной стимуляции (ТКМС) в рамках настоящего исследования выполнялась в соответствии со стандартным международным протоколом и включала следующий алгоритм:

- Подготовка пациента:

Пациент размещался в нейрофизиологическом кресле в удобном положении, обеспечивающем максимальное расслабление мышц. Обеспечивалась неподвижность головы и исследуемой конечности.

- Установка регистрирующих электродов:

Регистрирующие электроды накладывались по стандартной схеме: активный — на двигательную точку мышцы (*abductor pollicis brevis*), референтный — дистальнее, заземляющий — на предплечье. Кожные покровы в зоне наложения

электродов предварительно обрабатывались абразивным средством для уменьшения кожного сопротивления. После установки производилась проверка импеданса; значения которого не должны были превышать 5 кОм.

- Регистрация М-ответа:

Для оценки периферической проводимости по *n. medianus* и исключения наличия блока на уровне карпального канала проводилась супрамаксимальная электрическая стимуляция с последующей регистрацией М-ответа с *m. abductor pollicis brevis*. При выявлении признаков блока проводимости исследование проводили с *m.abductor digiti minimi*.

- Адаптация пациента к стимуляции:

Для уменьшения тревожности пациента выполнялась демонстрация нескольких стимулов в воздухе (без контакта с головой) с целью ознакомления со звуковыми ощущениями, сопровождающими магнитную стимуляцию.

- Выбор оптимальной точки

Стимуляция моторной коры осуществлялась с помощью индукционной катушки, расположенной для верхних конечностей на 1 см. впереди и 5-6 см. латеральнее вертекса, для ног оптимальная точка располагалась парасагитально, по средней линии, на 0-2 см. кзади от него. Методом пробной стимуляции определялось оптимальное положение катушки — так называемая «горячая точка» моторного представительства исследуемой мышцы. Именно в этой точке формировался наибольший по амплитуде и наиболее воспроизводимый ответ.

- Регистрация ВМО:

Проводилась запись нескольких ВМО;

- Регистрация времени периферического моторного проведения

Определялось с помощью стимуляции на уровне соответствующего спинального сегмента, с последующей регистрацией ВМО от той же мышцы. Это позволило исключить периферический компонент из расчёта центрального моторного проведения.

Оцениваемые параметры

спинного мозга, что типично для шейной миелопатии. При этом сегментарное и периферическое проведение сохранно на уровне плечевого сплетения в точке Эрба (справа Латентность пВМО: 15,1 мс, Амплитуда пВМО: 2,02 Мв; слева пВМО: 17 мс, Амплитуда пВМО: 3,17 мВ), что указывает на изолированное поражение центрального моторного звена при отсутствии вовлечения периферических и корешковых структур (Рисунок 2).

Исследование соматосенсорных вызванных потенциалов

Для исследования функционального состояния афферентных путей у пациентов с дегенеративной шейной миелопатией проводилась регистрация ССВП с верхних и нижних конечностей. Исследование выполнялось в положении пациента лёжа на спине с максимально расслабленными конечностями, в условиях полного физического покоя. Перед началом исследования проводилась стандартная обработка кожи спиртовыми салфетками. Регистрация ССВП осуществлялась с использованием электрофизиологического комплекса «Нейрософт Скайбокс» (Россия, г. Иваново), 5-канальной модификации со встроенной клавиатурой, обладающем возможностью фильтрации сигнала в диапазоне 10–3000 Гц при чувствительности 5–10 мкВ/деление. Методика исследования соответствовала современным клиническим рекомендациям по проведению нейрофизиологических тестов и проводилась по стандартной схеме.

Параметры анализа ССВП

В ходе исследования проводилась оценка следующих ключевых компонентов ССВП (Таблица 6).

Таблица 6 – Ключевые параметры ССВП исследования

Компонент ССВП	Цель исследования
N9	(периферический компонент): проведение сенсорного импульса на уровне плечевого сплетения
N11	(спинальный компонент): активация сенсорных волокон на уровне спинного мозга
N13	(стволовой компонент): постсинаптическая активность на уровне ядер продолговатого мозга
N20	(корковый компонент): основной показатель поступления сенсорной информации в первичную соматосенсорную кору

Дополнительно рассчитывались:

- Межпиковые интервалы;
 - N9–N13 (время проведения от уровня плечевого сплетения до ствола, мс);
 - N13–N20 (время проведения от уровня ствола до коры, мс);
 - Время центрального моторного проведения: интервал между N9 и N20;
 - Амплитуды пиковых потенциалов (N9–P11, N13–P18, N20–P23)
- (Таблица 7).

Таблица 7 – Основные параметры ССВП

Параметр	Норма (мс) / Амплитуда (мкВ)	Пояснение
Латентность N9	8,0–10,0 мс	Ответ с плечевого сплетения
Латентность N13	11,5–14,0 мс	Ответ на уровне сегмента C7
Латентность N20	17,5–21,5 мс	Корковый ответ
Межпиковый интервал N9–N13	3,0–5,0 мс	Проведение от плечевого сплетения до шейного уровня
Межпиковый интервал N13–N20	5,0–7,5 мс	Проведение от ствола мозга до коры
Центральное моторное проведения (N9–N20)	8,5–10,5 мс	Суммарная центральная проводимость
Амплитуда N9–P11	1,0–2,5 мкВ	Периферический ответ (плечевое сплетение)
Амплитуда N13–P18	0,8–2,0 мкВ	Спинально-стволовой уровень
Амплитуда N20–P23	1,0–3,5 мкВ	Корковый ответ

Одним из основных показателей является порог стимуляции. Повышение порога, необходимого для получения воспроизводимого ответа при стимуляции срединного нерва, может свидетельствовать о снижении возбудимости периферических волокон на фоне длительной компрессии или ишемического повреждения нервных волокон. Тем не менее, при преимущественно центральном повреждении спинного мозга изменение порога может быть минимальным, что делает его вспомогательным диагностическим критерием.

Также при анализе показателей ССВП у пациентов с СШМ ключевое значение имеет оценка проводимости на трех уровнях: периферическом, спинальной и корковом. Периферическая проводимость, как правило, остается

сохранной, что подтверждается нормальными значениями латентности N9, регистрируемой с точки Эрба (плечевое сплетение); увеличение ее требует дифференциальной диагностики с периферической нейропатией.

Нарушение проводимости на спинальном уровне отражается в удлинении латентности компонента N13, регистрируемого на уровне остистого отростка C7, что указывает на замедление проведения импульса по дорсальным столбам спинного мозга. Кортиковые же нарушения сенсорной проводимости проявляются прежде всего увеличением латентности компонента N20, являющегося высокочувствительным показателем компрессионно-ишемического поражения спинного мозга на шейном уровне и может выявляться даже при минимальных структурных изменениях по данным МРТ.

Помимо этого, рассчитывалось время центрального проведения, представляющее собой разницу между латентностями N20 и N9, что позволило количественно оценить скорость проведения импульса по центральным отделам соматосенсорной системы. Дополнительно анализировались амплитудные и морфологические характеристики коркового ответа N20–P23: при СШМ возможно как снижение амплитуды, так и деформация ответа (раздвоение или выпадение отдельных фаз), что отражает степень дисфункции сенсорных трактов.

Изменение морфологии потенциала, включая размытость, раздвоение или отсутствие компонентов N13 и N20, рассматривались как косвенные признаки выраженного дегенеративно-компрессионного поражения спинного мозга на уровне шейного отдела. Наличие асимметрии показателей проведения импульсов (более 2–3 мс по латентности или более 50% по амплитуде в сторону одной из конечностей) указывало на латерализованный характер поражения спинного мозга.

2.3 Методология нейрохирургического вмешательства

В зависимости от клинко-неврологической симптоматики, данных магнитно-резонансной томографии и результатов нейрофизиологических

исследований, пациентам выполнялись хирургические вмешательства с применением переднего или заднего доступа. Выбор доступа определялся преимущественно локализацией и характером компрессии, а также степенью деформации позвоночника и функциональными нарушениями, выявленными при нейрофизиологическом исследовании. При применении переднего доступа выполнялась дискэктомия или корпэктомия с удалением межпозвонкового диска либо тела позвонка, что обеспечивало эффективную декомпрессию спинного мозга. В последующем, с учётом размера образовавшегося костного дефекта, устанавливался имплантат (кейдж), фиксируемый к телам смежных позвонков. Передний доступ был предпочтителен при наличии передней компрессии, кифотической деформации, ограниченном поражении (не более двух позвонков), выраженной нестабильности, при выявленных нарушениях проведения импульса по кортикоспинальному тракту по ТМС (Шатурсунов Ш.Ш., Мирзаханов С.А., 2021; Олейник Е.А. и др., 2024; Бастрон А.Ю. и др., 2026).

Задний доступ, в свою очередь, применялся при более протяжённой компрессии спинного мозга, особенно в сочетании с лордозом, а также при наличии оссификации задней продольной связки или выраженных нарушениях соматической афферентации, установленных по данным соматосенсорных вызванных потенциалов (Древаль М.Д. и др., 2017). В рамках данного доступа выполнялась либо ламинэктомия (резекция дужек позвонков и медиальных поверхностей межпозвонковых суставов), либо ламинопластика — расширение позвоночного канала за счёт пропила дужек и их фиксации в раздвинутом положении. Указанные вмешательства обеспечивали эффективную декомпрессию спинного мозга с сохранением анатомических и функциональных параметров позвоночного канала, особенно в условиях мультисегментарного поражения (Древаль М.Д. и др., 2015; Гуца А.О. и др., 2017; Магомедов Ш. Ш., Мытыга П.Г., 2023).

2.4 Методы восстановительного лечения в послеоперационном периоде

При отсутствии медицинских противопоказаний, со 2-х суток после оперативного лечения пациенты всех групп проходили двухнедельный курс восстановительного лечения на базе отделения восстановительного лечения и медицинской реабилитации нейрохирургического филиала ФГБУ «НМИЦ им В.А. Алмазова» МЗ РФ. Данный комплекс был направлен в первую очередь на восстановление имеющегося неврологического дефицита и уменьшению развития осложнений.

Программа реабилитации включала комплекс лечебных мероприятий, таких как ЛФК, сегментарный массаж и дополнительно для групп сравнения занятия на аппарате БОС и сеансы низкоинтенсивного лазерного излучения. Занятия проводились пять дней в неделю с учетом индивидуальной переносимости и текущего функционального состояния пациента, общим числом до десяти сеансов.

В рамках курса всем пациентам с целью оценки эффективности реабилитации проводились повторные обследования, включающее транскраниальную магнитную стимуляцию (ТМС), регистрацию соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП), а также комплексный клинико-неврологический осмотр. Оценка степени восстановления утраченных функций, в том числе мелкой моторики, проводилась с использованием стандартизированных шкал и опросников. Оценка по шкалам осуществлялась дистанционно, с использованием структурированных электронных опросников и автоматизированной системы обработки результатов.

Методы реабилитации

В зависимости от выраженности неврологического дефицита и общего состояния, пациентам в раннем послеоперационном периоде в соответствии с рекомендациями физиотерапевта и лечащего врача назначалась индивидуальная реабилитационная программа. Комплекс реабилитационных мероприятий включал лечебную физкультуру (ЛФК), массаж верхних и нижних конечностей, НИЛТ, БОС,

а также медикаментозную терапию, направленную на лечение сопутствующей симптоматики. В раннем послеоперационном периоде (первые 14 суток) у пациентов, перенёсших операцию на шейном отделе позвоночника, лечебная физкультура начиналась в первые 24 часа под контролем инструктора-ЛФК. Методика строилась на трех взаимосвязанных комплексов: дыхательная гимнастика, гимнастика для дистальных отделов конечностей и изометрические упражнения. Главная задача этих занятий — минимизировать риск респираторных и тромбоэмболических осложнений, сохранить мышечный тонус и объём движений, при этом, не создавая избыточной нагрузки на оперированный шейный сегмент.

Комплекс упражнений в раннем послеоперационном периоде

1. Расслабление мышц

В положении лёжа на спине пациенту рекомендуется в течение одной минуты максимально расслабить мышцы шеи, плечевого пояса и верхних конечностей. Цель — снижение общего мышечного тонуса и подготовка к последующим упражнениям.

2. Диафрагмальное дыхание

Пациент, находясь в положении лёжа на ортопедическом матрасе, выполняет диафрагмальное дыхание по следующей схеме: глубокий вдох в течение 4 секунд, задержка дыхания на 2 секунды, затем медленный выдох продолжительностью 6 секунд. Рекомендуется выполнение 8–10 дыхательных циклов за один подход, по 2–3 подхода в сутки. Такая техника дыхания способствует улучшению вентиляции лёгких, укреплению мышц диафрагмы и повышению общего самочувствия пациента.

3. Упражнения для дистальных отделов конечностей

В положении лёжа выполняются:

- тыльное и подошвенное сгибание стоп, круговые движения;
- сжимание и разжимание пальцев рук;
- сгибание и разгибание рук в локтевых суставах;

– поочерёдное сгибание ног в коленных, не отрывая стопы от плоскости постели;

– сгибание, разгибание и круговые движения в лучезапястных суставах.

Цель данных упражнений — профилактика венозного застоя и тромбоземболических осложнений, а также сохранение двигательной активности в условиях ограниченной подвижности.

4. Изометрические упражнения

Включают в себя субмаксимальные статические напряжения мышц дистальных отделов конечностей (в пределах 10–25 % от максимального), с удержанием напряжения в течение 5–7 секунд и последующим полным расслаблением. Эти упражнения способствуют поддержанию тонуса скелетной мускулатуры, стимулируют периферическое кровообращение и предотвращают мышечную атрофию в условиях гиподинамии.

Лечебный массаж.

Массаж проводился квалифицированными специалистами отделения реабилитации в рамках комплексной восстановительной терапии. Применялась методика классического ручного массажа дистальных отделов конечностей, включающая четыре базовых приёма: поглаживание, растирание, разминание и вибрационные воздействия. Вначале применялись щадящие приемы, такие как растирание и поглаживание; по мере уменьшения болевого синдрома постепенно переходили к более интенсивным. Продолжительность сеанса составляла от 20 до 30 минут и определялась индивидуально, в зависимости от состояния пациента и переносимости процедуры. Массаж проводился каждый день, курс – 10 процедур.

Методика применения низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛТ)

В рамках комплексной восстановительной терапии применялись методы низкоинтенсивной лазерной терапии, направленные на активацию репаративных процессов в зоне оперативного вмешательства и с противовоспалительной и обезболивающей целью.

Низкоинтенсивная лазерная терапия проводилась с использованием аппарата лазерной терапии АЛП-01 «ЛАТОН». Воздействие осуществлялось в непрерывном

режиме красным лазером с длиной волны 0,65 мкм, мощностью 15 Вт, частотой 100 Гц.

Воздействие выполнялось контактно-стабильным методом паравертебрально на уровне послеоперационного вмешательства (4 поля по 2 с каждой стороны), на точки Эрба (2 поля) и на область локтевого сгиба (2 поля), 8 полей по 2 минуты, суммарное время воздействия 16 минут. Процедуры проводились в комфортном положении для пациента сидя, ежедневно. Курс состоял из 10 сеансов.

Таблица 8 – Методы реабилитационного лечения

Вид воздействия	Метод	Длительность сеанса	Частота (раз/нед.)	Количество сеансов	Интенсивность/ параметры
ЛФК	Дыхательная гимнастика	10	5	10	спокойный темп, 8-10 повторений, 2-3 подхода
	Упражнения на дистальные отделы конечностей	15	5	10	10–15 повторений, 2–3 подхода
	Изометрические упражнения	10	5	10	удержание 5–7 сек, 8–10 повторений
Массаж	Верхние конечности	10	5	10	средняя сила воздействия
	Нижние конечности	10	5	10	средняя сила воздействия
Физиотерапия	НИЛТ	16	5	10	Длина волны 0,65 м, мощность 15 Вт, частота 100 Гц.
	БОС	30	5	10	Занятия при помощи Pablo Handsensor, программы «Пожарный» и «Управление лифтом»

2.4.1 Методика восстановления мелкой моторики с использованием биологической обратной связи с помощью комплекса Pablo System

В рамках комплексной нейрореабилитации пациентов, перенёсших хирургическое вмешательство по поводу шейной миелопатии, эффективным направлением восстановления функции кисти и пальцев является использование цифровых и роботизированных тренажёров, обладающих возможностью биологической обратной связи. Одним из таких инструментов является аппаратный комплекс Pablo System (Tyromotion, Австрия) — интерактивная, многофункциональная платформа, предназначенная для диагностики и тренировки двигательной активности верхнего плечевого пояса, кистей и пальцев рук с визуализацией в игровой среде.

Реабилитационные занятия с использованием аппаратно-программного комплекса Pablo System проводились в условиях специализированного физиотерапевтического кабинета, в удобное для пациента дневное время. Перед началом сессии специалист по реабилитации проводил краткий инструктаж и оценку текущего функционального состояния верхней конечности. Все занятия проходили под постоянным наблюдением инструктора ЛФК или врача-реабилитолога.

Пациент размещался в эргономичном положении: сидя в кресле с регулируемой спинкой и подлокотниками, с опорой для предплечий и кистей, что позволяло минимизировать избыточную мышечную нагрузку и исключить активацию компенсаторных движений. Стопы фиксировались на полу, колени были согнуты под углом 90 градусов, туловище находилось в вертикальном положении, что обеспечивало стабильность при выполнении заданий.

В ходе занятий использовалась беспроводная сенсорная рукоятка Pablo, предназначенная для регистрации силы различных типов захватов (в том числе щипкового, цилиндрического и межпальцевого), а также положения кисти в пространстве и относительно других сегментов тела. Устройство не требовало

установки дополнительных датчиков на кожу, что делало процесс более комфортным и физиологичным для пациента. Рукоятка фиксировалась с помощью мягких регулируемых ремней, не нарушающих кровообращение. Рукоятка позволяла в режиме реального времени отслеживать биомеханические параметры движений, обеспечивая высокую точность оценки моторной активности и эффективности каждого упражнения. Благодаря эргономичной форме и удобному захвату, манипуляции с рукояткой не вызывало избыточного напряжения и подходило для пациентов с выраженным неврологическим дефицитом (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Тренажер БОС Pablo Handsensor для верхней конечности

Работа пациента с рукояткой осуществлялась в интерактивной форме с визуализацией движений на экране, что активизировало проприоцептивную обратную связь и способствовало формированию устойчивого двигательного паттерна. Уровень сложности упражнений подбирался к каждому пациенту индивидуально с учётом его нейромышечного статуса. На начальных этапах использовалась доминантная рука, впоследствии добавлялась и субдоминантная.

Упражнения проводились в интерактивном формате с применением игровых сценариев:

– Упражнение «Пожарный» (Рисунок 4).

Цель — тренировка силы щипкового захвата, контроль координации и баланса.

Пациенту предлагалось выполнить щипковый захват сенсорной рукоятки между большим и указательным пальцем, управляя виртуальной пожарной

машиной, которая должна была направлять струю воды точно в эпицентр возгорания. Для успешного прохождения задания требовалось удержание стабильного положения руки и поддержание необходимого уровня давления на датчики (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Компьютерная программа «Пожарный»

– Упражнение «Управление лифтом» (Рисунок 5).

Цель — контроль силы сжатия, координации и удержания стабильного мышечного напряжения.

Игровой сценарий построен на управлении виртуальным лифтом: пациент цилиндрическим захватом сенсорной рукоятки регулирует плавный подъём и опускание объекта на экране. В программе задаётся сопротивление, соответствующее выбранной нагрузке. Для правильного выполнения пациент удерживает напряжение кисти в заданном диапазоне: избегая резкого избыточного напряжения или недостаточного усилия (Рисунок 5).

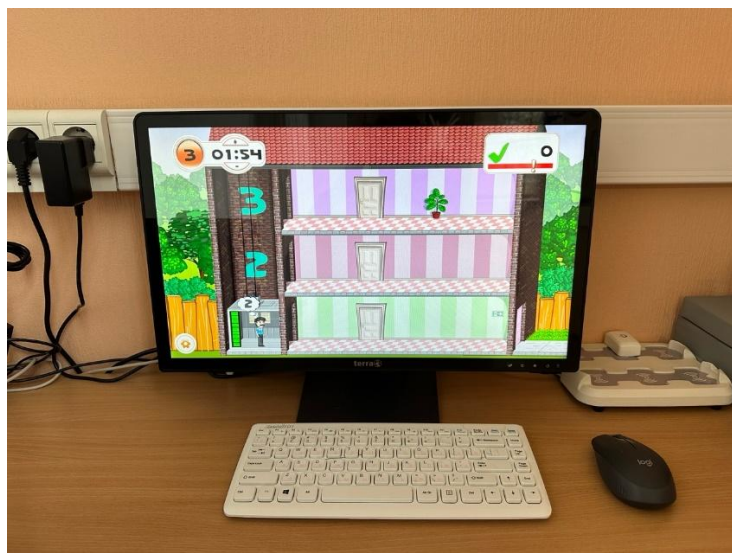


Рисунок 5 – Компьютерная программа «Управление лифтом»

Тренировки проводились ежедневно либо через день, продолжительностью до 30 минут; частоту выбирали с учётом состояния пациента и выраженности неврологического дефицита. Стандартный курс состоял из 10 процедур, после чего выполняли повторную функциональную оценку по шкалам Френчай.

Обе игры сопровождалась звуковыми и визуальными сигналами. За счёт обратной связи пациент сразу видел результат собственного движения; такой формат снижал ощущение монотонности упражнений и поддерживал вовлечённость в тренировочный процесс. Платформа Pablo System в режиме реального времени фиксировала точность, силу, амплитуду, скорость и устойчивость захвата датчика, что давало специалисту объективные данные для последующей коррекции программы и оценки терапевтического результата. БОС-технология в составе Pablo System позволила не только провести тренировку верхней конечности, но и замотивировала часть пациентов на продолжение комплекса упражнений в домашней среде за счет визуально ощутимого прогресса.

2.5 Методы статистической обработки полученных данных

Обработка полученных результатов осуществлялась с применением программной системы IBM SPSS Statistics 26 for Windows.

Проверку нормальности распределения выполняли по критерию Шапиро-Уилка, равенства дисперсий - по критерию Левина. Количественные показатели при нормальном распределении представлены в виде $M \pm \sigma$, где M - среднее арифметическое, σ - стандартное отклонение; при отклонении распределения от нормального - в виде $Me [Q1; Q3]$, где Me – медиана, а $[Q1; Q3]$ – межквартильный размах.

Для проверки гипотезы о равенстве средних значений в независимых группах применяли параметрические методы (t-критерий Стьюдента, однофакторный дисперсионный анализ), а для связанных выборок – парный t-критерий, ANOVA с повторными измерениями. При непараметрическом распределении использовали критерий Манна-Уитни, критерий Уилкоксона, критерий Краскела–Уоллеса, критерий Фридмана, критерий Кохрена. Для анализа категориальных признаков и сравнения долей применяли χ^2 -критерий Пирсона; при малых ожидаемых частотах использовали точный критерий Фишера.

Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента Пирсона (при нормальном распределении) или коэффициента Спирмена (при непараметрическом распределении).

Визуализация исходных данных и полученных результатов проводилась с использованием графических возможностей IBM SPSS Statistics 26, а также графического модуля Microsoft Office. Диаграммы и таблицы строились для наглядного представления распределения и динамики оцениваемых показателей. Данные считались достоверными при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЛЕЧЕНИЯ

3.1 Характеристика двигательных и чувствительных нарушений у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией

У всех включённых в исследование пациентов была диагностирована СШМ обусловленная центральным, латеральным или комбинированным стенозом шейного отдела позвоночника. Клиническая симптоматика у подавляющего большинства пациентов характеризовалась сочетанием двигательных и чувствительных нарушений с формированием синдрома пирамидных нарушений, расстройств поверхностной и/или глубокой чувствительности, а также нарушением походки и постурального контроля. Двигательные нарушения были отмечены у 76 пациентов ($84,4 \pm 3,8\%$) пациентов, при этом анализ распределения больных выявил преобладание тетрапареза ($n=31$, $40,8 \pm 5,6\%$) над другими клиническими вариантами, что, вероятно обусловлено более протяженным и многоуровневым поражением проводящих путей в передних и переднебоковых отделах спинного мозга. Обращало внимание в послеоперационном периоде сохранение двигательных нарушений у 75 ($83,3 \pm 3,9\%$) пациентов, при этом отмечалась тенденция к снижению частоты тяжёлых клинических форм. Так, доля пациентов с тетрапарезом уменьшилась до 26 ($34 \pm 5,5\%$) пациентов, что, вероятно, свидетельствует о частичном восстановлении проводимости по нисходящим путям спинного мозга и регрессе неврологического дефицита на фоне проведённого оперативного лечения (Рисунок 6).

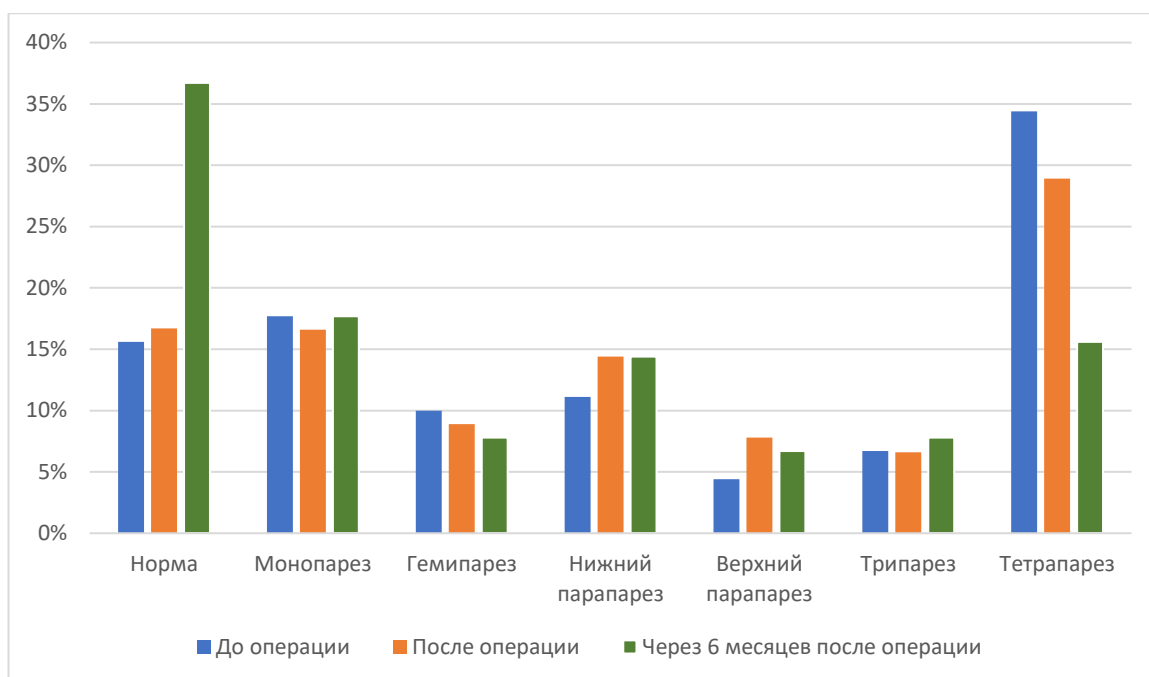


Рисунок 6 – Частота встречаемости двигательных нарушений до, после и через 6 месяцев после операции у пациентов с шейной миелопатией
Примечание: Статистически значимых различий между группами не было ($p > 0,05$)

По данным оценки с использованием модифицированной шкалы Эшворта у 51 пациентов ($56,7 \pm 5,2\%$) выявлялись спастические парезы верхних и нижних конечностей, преимущественно лёгкой и умеренной степени выраженности. Только у 13 больных ($14,4 \pm 3,7\%$) мышечная сила во всех исследуемых группах сохранялась на уровне 5 баллов. В 39 случаях ($43,3 \pm 5,2\%$) спастичность сочеталась с лёгким снижением мышечной силы по шкале ASIA, что свидетельствует о формировании умеренного пирамидного дефицита при сохранённой функциональной активности периферических двигательных нейронов. Наиболее часто регистрировались нижний парепарез – у 26 пациентов ($28,9 \pm 4,8\%$) и спастический тетрапарез – у 11 пациентов ($12,2 \pm 3,5\%$) (Рисунок 7).

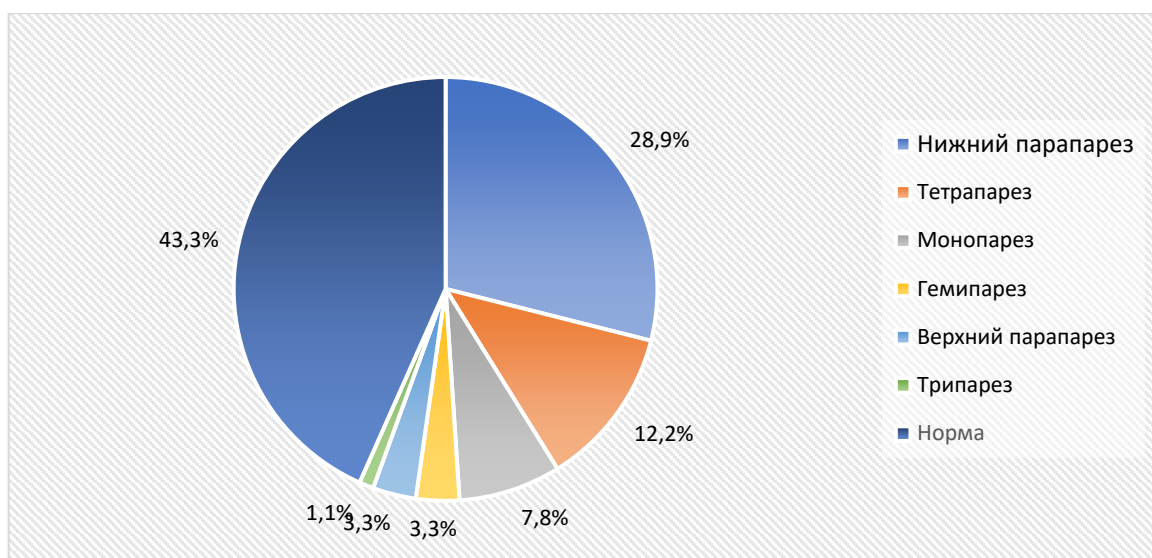


Рисунок 7 – Встречаемость симптомов нарушения движения у пациентов с цервикальной миелопатией

Помимо нарушений движения у пациентов выявлялись корешковые, сегментарные и проводниковые нарушения чувствительности, проявлявшиеся снижением поверхностной и/или глубокой чувствительности; указанные расстройства нередко сопровождались парестезией и симптомом Лермитта. Чувствительные нарушения выявлены у 88 пациентов ($97,8 \pm 1,5\%$), корешковые и сегментарные - преимущественно в верхних конечностях - у 86 ($95,5 \pm 2,2\%$). Среди симптомов нарушения чувствительности наиболее часто отмечалась парестезия в дистальных отделах конечностей - у 88 пациентов ($97,8 \pm 1,6\%$) и гипестезия по смешанному типу у 82 пациентов ($91,1 \pm 3\%$). Нарушения глубокой чувствительности, прежде всего вибрационной, при обследовании камертоном в области голеностопных суставов и шиловидных отростков лучевых костей, были выявлены у 51 пациента ($56,6 \pm 5,2\%$); в 14 случаях ($15,5 \pm 3,8\%$) они сочетались с нарушением суставно-мышечного чувства (Рисунок 8). При этом статистически значимых гендерных различий по частоте выраженных проводниковых нарушений чувствительности до операции не получено (χ^2 , $p=0,617$). В послеоперационном периоде чувствительные нарушения сохранялись у 83 пациентов ($92,2 \pm 2,8\%$). При этом болевой синдром регистрировался у 77 пациентов ($85,6 \pm 3,7\%$), тогда как онемение и парестезии в дистальных отделах конечностей наблюдались чаще - у 82

пациентов ($91,1 \pm 3\%$). Нарушения глубокой чувствительности были выявлены у 51 пациента ($56,6 \pm 5,2\%$).

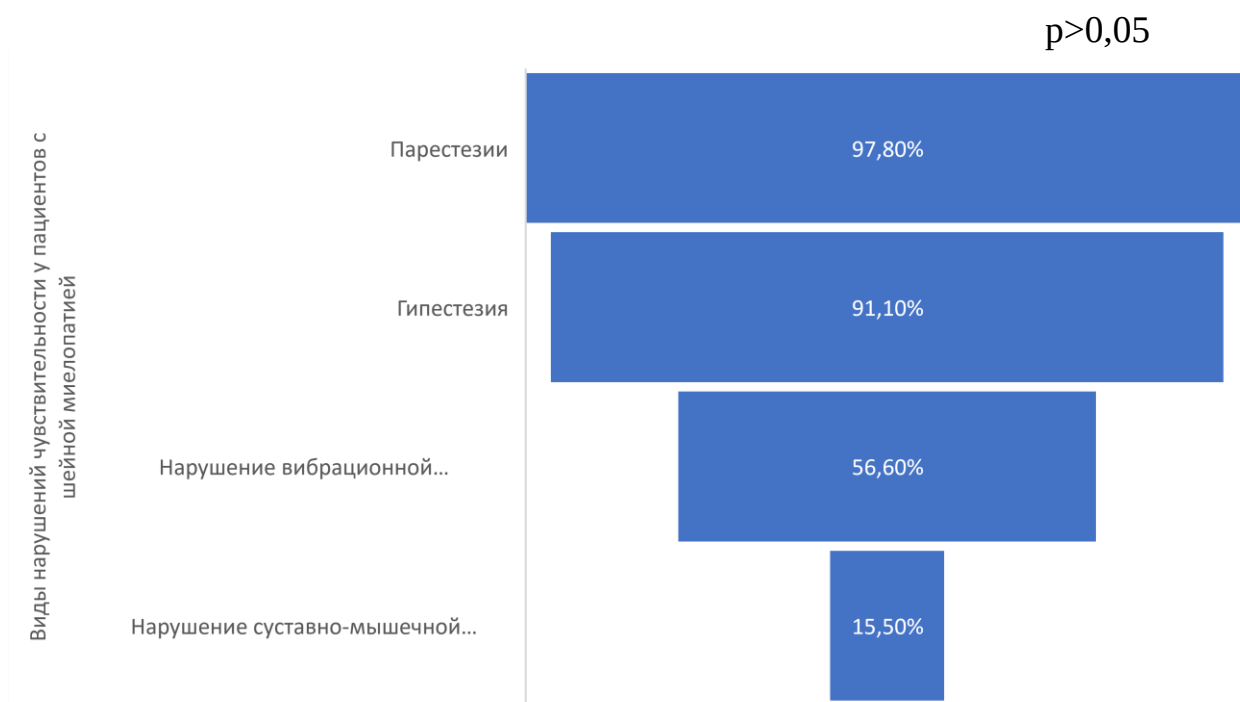


Рисунок 8 – Частота встречаемости чувствительных нарушений у пациентов с шейной миелопатией

При неврологическом осмотре выявлялись проводниковые моторные симптомы: рефлекс Бабинского – у 39 ($43,3 \pm 5,2\%$), рефлекс Хоффмана – у 60 ($66,6 \pm 5,0\%$), клonusы стоп – у 14 пациентов ($15,5 \pm 3,8\%$). У 44 пациентов ($48,9 \pm 5,3\%$) отмечалось одновременное наличие двух и более патологических пирамидных знаков (Рисунок 9).

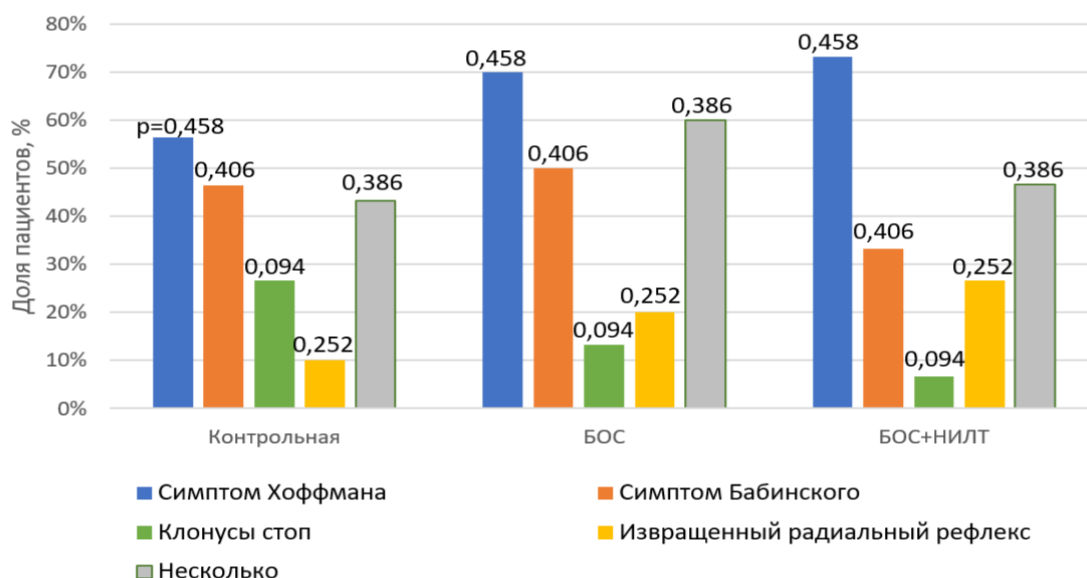


Рисунок 9 – Частота встречаемости проводниковых нарушений у пациентов с шейной миелопатией

Примечание: Статистически значимых различий между группами не было ($p > 0,05$)

Расстройства мочеиспускания по центральному типу различной степени выраженности выявлены у 29 пациентов ($32,2 \pm 4,9\%$). Клинически они проявлялись задержкой мочи, учащенным мочеиспусканием и/или императивными позывами, а также эпизодами недержания мочи и рассматривались, как проявление нарушения автономной регуляции или центрального моторного контроля на фоне компрессии шейного отдела спинного мозга. При повторной оценке через 6 месяцев после комплексного лечения, у 7 из 29 пациентов (24,1 %) клинические признаки дисфункции мочеиспускания регрессировали.

3.2 Оценка предикторов, определяющих характер и динамику восстановления пациентов с СШМ после оперативного вмешательства

Целью данного этапа являлось выявление клинических, нейрофизиологических и нейровизуализационных показателей, определяющих характер и степень выраженности восстановления пациентов после оперативного лечения и курса реабилитации. В качестве конечных точек восстановления рассматривались значения клинических шкал и опросников на контрольных

этапах, а также бинарные исходы «улучшение/нет улучшения» по отдельным доменам МКФ и «полное восстановление» по EQ-5D-3L. В качестве точки количественного исхода восстановления использовали показатель mJOA на 6-м месяце наблюдения как более устойчивую и клинически интерпретируемую переменную. Дополнительно анализировали показатели качества жизни (индекс EQ-5D-3L). При сравнении количественных показателей по бинарному исходу «улучшение/нет улучшения» динамики mJOA за 6 месяцев статистически значимых различий по исходным предикторам не получено ($p > 0,05$) для всех сравниваемых показателей. Таким образом, в рамках выбранного бинарного исхода по динамики mJOA не было выявлено значимых факторов, позволяющих разделить пациентов по вероятности улучшения по mJOA за 6 месяцев (Таблица 9).

Таблица 9 – Оценка значимости предикторов в зависимости от динамики по mJOA за 6 месяцев

Показатели	Динамика по mJOA за 6 месяцев				P
	Нет улучшения		Есть улучшение (≥ 2)		
	M $\pm$ SD	95% ДИ	M $\pm$ SD	95% ДИ	
Возраст	59,16 $\pm$ 12,63	55,53-62,79	56,66 $\pm$ 10,76	52,26-59,06	0,165
Рост	169,67 $\pm$ 8,07	167,4-172	171,9 $\pm$ 9,06	169-174,8	0,220
	Me	[IQR]	Me	[IQR]	
ИМТ	25	[24;30]	26	[23;28]	0,742
Передне-задний размер	7	[6;8]	7,1	[6;9]	0,136
N13 пр. рука до операции	13,64	[13,34;14,08]	13,71	[13,41;14,14]	0,7
N20 пр. рука до операции	20,67	[19,7;21,61]	20,31	[19,95;21,28]	0,868
N35-P38 до операции	0,99	[0,74;1,64]	1,62	[0,95;2,03]	0,105
N20-P23 до операции	2,31	[1,94;2,82]	2,24	[1,83;2,47]	0,334
ВЦМП пр. рука до операции	10,05	[8,02;17,02]	11,43	[8,25;16,4]	0,922
ВЦМП лев. рука до операции	9,47	[7,53;17,95]	10,68	[7,98;17,51]	0,787
Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)					

При сравнении частотных показателей с учётом наличия улучшения по mJOA через 6 месяцев статистически значимых различий не получено. В то же время

среди пациентов с длительностью заболевания более 1 года чаще регистрировали отсутствие улучшения после операции: $n = 31$ (34,4%) против $n=17$ (18,9%) в подгруппе с улучшением по mJOA. Разница между подгруппами заставляет рассматривать длительно сохраняющиеся компрессионно-циркуляторные нарушения спинномозгового кровообращения как один из возможных факторов менее полного восстановления. Однако статистически это не подтвердилось ($p=0,138$). По числу поражённых сегментов достоверного расхождения по частоте улучшения по mJOA также не получено ($p = 0,214$). Тем не менее при многоуровневом поражении кривая восстановления выглядела менее благоприятной: среди пациентов с вовлечением двух и более сегментов чаще встречалось отсутствие прироста по mJOA, чем при одноуровневом стенозе.

При анализе модифицируемых факторов риска и сопутствующих заболеваний статистически значимых различий между подгруппами не найдено. Курение ($p = 0,574$), употребление алкоголя ($p = 0,142$) и гипертоническая болезнь ($p = 0,894$) распределялись сходным образом у пациентов с улучшением и без по шкале mJOA.

Для оценки клинически значимого улучшения качества жизни рассчитывали динамику индекса EQ-5D-3L: $\Delta EQ = EQ_6 - EQ_0$. Из-за дискретного характера значений и большого числа нулевых либо минимальных сдвигов был сформирован бинарный исход: улучшение фиксировали при $\Delta EQ \geq 0,10$, отсутствие улучшения – при $\Delta EQ < 0,10$. В результате 57 пациентов вошли в группу улучшения, 33 – в группу без улучшения; такой объём групп дал достаточную статистическую мощность для последующего анализа предикторов с применением χ^2 , точного критерия Фишера и логистической регрессии.

При сопоставлении пациентов с улучшением и без по бинарному показателю динамики EQ-5D-3L статистически значимых различий по большинству исходных параметров не обнаружено ($p > 0,05$). На этом фоне выделялось время центрального моторного проведения до операции: у пациентов с последующим улучшением по EQ-5D-3L значения ВЦМП были значимо ниже – медиана 8,84 мс против 16,17 мс справа ($p = 0,010$) и 8,6 мс против 16,53 мс слева ($p = 0,015$). Следовательно, более

сохранное исходное состояние кортикоспинальных путей, выраженное меньшими значениями ВЦМП, связано с более высокой вероятностью улучшения качества жизни по EQ-5D-3L в течение 6 месяцев (Таблица 10).

Благоприятная динамика качества жизни по шкале EQ-5D-3L прогнозировалась у пациентов с ВЦМП менее 14,6 мс. Данный порог был определен на основании максимального индекса Юдена. Значение площади ROC-кривой составило $0,708 \pm 0,072$ с 95% ДИ: 0,568 – 0,849. При этом чувствительность и специфичность были 77,4% и 60,9% (Рисунок 10).

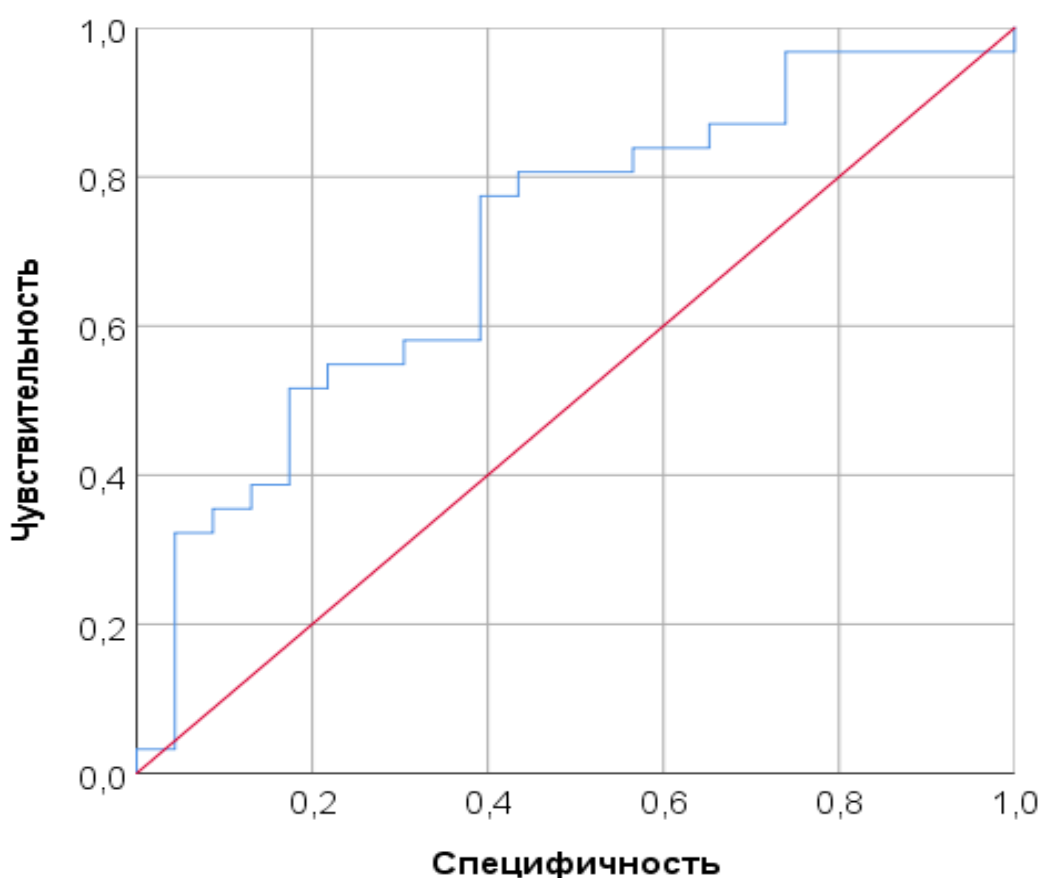


Рисунок 10 – ROC-кривая, характеризующая зависимость ВЦМП от вероятности улучшения по EQ-5D-3L через 6 мес.

Дополнительно отмечена тенденция к большему передне-заднему размеру позвоночного канала у пациентов с улучшением по EQ-5D-3L ($p=0,066$), однако статистической значимости данный показатель не достиг (Таблица 10).

Таблица 10 – Оценка значимости предикторов в зависимости от динамики по EQ5D-3L за 6 месяцев

Показатели	Динамика по EQ-5D-3L за 6 месяцев				P
	Нет улучшение		Есть улучшение (≥ 2)		
	M $\pm$ SD	95% ДИ	M $\pm$ SD	95% ДИ	
Возраст	57,79 $\pm$ 12,73	53,27-62,3	57,00 $\pm$ 11,48	54,39-60,48	0,894
Рост	172,1 $\pm$ 7,47	169,4-174,7	169,9 $\pm$ 9,09	167,5-172,3	0,249
	Me	[IQR]	Me	[IQR]	
ИМТ	26	[23;27]	26	[24;30]	0,282
Передне-задний размер	6,3	[6;8]	7,1	[6;9]	0,066
N13 пр. рука до операции	13,79	[13,52;14,09]	13,56	[13,32;14]	0,363
N20 пр. рука до операции	20,75	[19,9;21,48]	20,3	[19,6;21,54]	0,367
N35-P38 до операции	1,41	[0,9;1,95]	1,22	[0,95;2,03]	0,743
N20-P23 до операции	2,18	[1,83;2,45]	2,4	[1,95;2,82]	0,142
ВЦМП пр. рука до операции	16,17	[9,18;20,54]	8,84	[7,53;13,88]	0,01*
ВЦМП лев. рука до операции	16,53	[8,94;19,58]	8,6	[7,1;14,25]	0,015*
Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)					

Анализ категориальных факторов в зависимости от наличия улучшения по EQ-5D-3L за 6 месяцев также не выявил статистически значимых различий ($p > 0,05$). Тем не менее наблюдалась схожая тенденция по длительности симптомов заболевания до оперативного лечения. Однако, как и в случае с mJOA, она не достигла статистической значимости и требует подтверждения в многофакторном анализе с учетом исходной степени и методов лечения.

Дополнительно был проведен анализ модифицируемых факторов риска и сопутствующей соматической патологии, который также не выявил статистически значимых различий между сравниваемыми подгруппами. В частности, показатели распространённости курения ($p = 0,392$), употребления алкоголя ($p = 0,921$) и гипертонической болезни ($p = 0,082$) не демонстрировали значимых различий в зависимости от наличия или отсутствия клинически значимого улучшения по EQ5D-3L.

3.3 Анализ клинико- нейровизуализационных данных пациентов с шейной миелопатией

В общей выборке лёгкая степень тяжесть по шкале mJOA - зарегистрирована у 23 пациентов ($25,6 \pm 4,6$ %), средняя - у 36 ($40 \pm 5,2$ %), тяжелая - у 31 ($34,4 \pm 5,1$ %). Медиана по шкале mJOA в общей выборке составила 13 [11;15], что соответствовала средней степени тяжести.

В контрольной группе она была 12 [11;14], в группе сравнения с БОС - 13 [11;15], в группе с БОС+НИЛТ - 13 [10;15]. При межгрупповом сравнении исходных значений mJOA статистически значимых различий не выявлено (Kruskal–Wallis, $p = 0,588$), что свидетельствует о сопоставимой исходной тяжести миелопатии в трёх группах (Таблица 11).

Таблица 11 – Распределение пациентов по степени тяжести mJOA в исследуемых группах

Группа		Этапы наблюдения			
		До операции	После операции	3 мес.	6 мес.
НИЛТ+БОС (n=30)	Легкая	11 (36,7 %)	13 (43,3 %)	15 (50 %)	18 (60 %)
	Умеренная	8 (26,7 %)	7 (23,3 %)	9 (30 %)	8 (6,7 %)
	Тяжелая	11 (36,7 %)	10 (33,3 %)	6 (20 %)	4 (13,3 %)
БОС (n=30)	Легкая	8 (26,7 %)	9 (30 %)	12 (40 %)	14 (46,7 %)
	Умеренная	12 (40%)	12 (40%)	10 (33,3 %)	10 (33,3 %)
	Тяжелая	10 (33,3 %)	9 (30 %)	8 (26,7 %)	6 (20 %)
Контрольная (n=30)	Легкая	4 (13,3 %)	5 (16,7 %)	8 (26,7 %)	10 (33,3 %)
	Умеренная	16 (53,3 %)	15 (50 %)	13 (43,3 %)	14 (46,7 %)
	Тяжелая	10 (33,3 %)	10 (33,3 %)	9 (30 %)	6 (20 %)

Тяжесть миелопатии оценивается по шкале mJOA: 0-11 баллов – тяжелая, 12-14 – умеренная, 15-17 – легкая.

При оценке нарушения ходьбы по шкале Nurick чаще выявляли умеренную степень нарушений, медиана в общей выборке составила 2 [1;3] балла. В контрольной группе медиана соответствовала 2 [1,4] балла; в группе сравнения (БОС) – 3 [1;3] балла; в группе (БОС+НИЛТ) – 2 [1;3] балла. Статистически

значимых межгрупповых различий по шкале Nurick не получено (χ^2 , $p=0,784$) (Таблица 12).

Таблица 12 – Распределение пациентов по шкале Nurick в исследуемых группах

Группа	Степень по шкале Nurick	Этапы наблюдения			
		До операции	После операции	3 мес.	6 мес.
НИЛТ+БОС (n=30)	1	12 (40 %)	13 (43,3 %)	14 (46,7 %)	14 (46,7 %)
	2	5 (16,7 %)	6 (20 %)	8 (26,7 %)	9 (30 %)
	3	9 (30 %)	7 (23,3 %)	5 (16,7 %)	4 (13,3 %)
	4	3 (10 %)	4 (13,3 %)	3 (10 %)	3 (10 %)
	5	1 (3,3 %)	-	-	-
БОС (n=30)	1	8 (26,7 %)	8 (26,7 %)	8 (26,7 %)	7 (23,3 %)
	2	6 (20 %)	7 (23,3 %)	9 (30 %)	11 (36,7 %)
	3	10 (33,3 %)	10 (33,3 %)	10 (33,3 %)	10 (33,3 %)
	4	6 (20 %)	5 (16,7 %)	3 (10 %)	2 (6,7 %)
	5	-	-	-	-
Контрольная (n=30)	1	9 (30 %)	9 (30 %)	9 (30 %)	10 (33,3 %)
	2	6 (20 %)	7 (23,3 %)	8 (26,7 %)	10 (33,3 %)
	3	7 (23,3 %)	6 (20 %)	9 (30 %)	5 (16,7 %)
	4	5 (16,7 %)	5 (16,7 %)	2 (6,7 %)	3 (10 %)
	5	3 (10 %)	3 (10 %)	2 (6,7 %)	2 (6,7 %)

Оценку уровня мобильности и готовности пациентов к осуществлению самостоятельной ходьбы мы проводили путём анализа времени, необходимого для преодоления дистанции 30 метров. В общей выборке время составило 35 с [29;45], в контрольной группе медиана времени ходьбы была 34 с [28,5;49]; в группе сравнения (БОС) – 37 с [30;45]; в группе сравнения (БОС+НИЛТ) 35 с [30;42]; исходно статистически значимых различий между группами не выявлено (критерий Краскела–Уоллиса, $p = 0,675$). Полученные значения результата теста 30- метровой ходьбы согласуются с распределением степеней тяжести по шкале Nurick и характеризуют преимущественно умеренное нарушение в исследуемой выборке. Отдельно следует отметить группу пациентов ($n=4$), у которых вследствие выраженной пирамидной симптоматики и тяжёлой степени нарушения походки самостоятельная ходьба была невозможна. У всех этих больных отмечались высокие значения по шкале Nurick (5 - баллов), низкие показатели по

mJOA и ASIA, а по данным MPT — многоуровневый стеноз шейного отдела позвоночника с выраженной компрессией спинного мозга и наличием измененного МР-сигнала в веществе спинного мозга на T2-взвешенных изображениях. Данные пациенты не включались в анализ количественного показателя теста 30- метровой ходьбы, однако учитывались при оценке исходной тяжести неврологического дефицита в целом по выборке.

Для исследования изменений двигательной активности применялась шкала ASIA. В общей выборке преобладали пациенты с минимальной степенью тяжести по шкале ASIA - 34 человека ($37,8 \pm 5,11\%$); легкая степень тяжести была - у 29 ($32,2 \pm 4,93\%$), средняя степень тяжести – у 13 ($14,4 \pm 3,71\%$), тяжелая степень тяжести была зарегистрирована лишь у одного пациента. В контрольной группе медиана балла составила 88 [75;93]; в группе сравнения (БОС) – 94 [88;96] балла; в основной группе (БОС+НИЛТ) – 93 [86;96] балла (Рисунок 11).

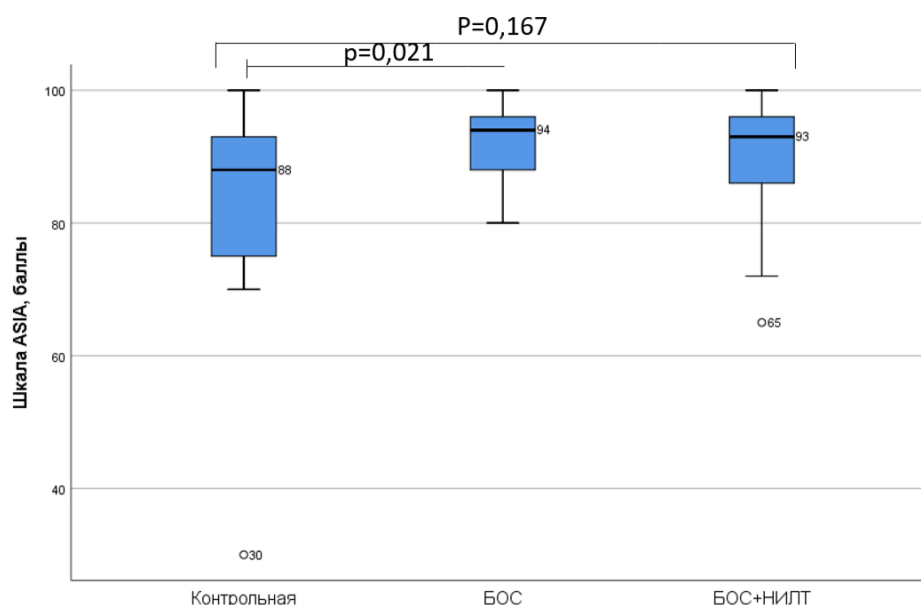


Рисунок 11 – Распределение баллов по шкале ASIA в сравниваемых группах

При сравнении результатов обследования групп пациентов по шкале ASIA выявлены статистически значимые межгрупповые различия между контрольной и группой сравнения (БОС) ($p=0,022$). Более детальный анализ показал, что данное различие обусловлено большей долей пациентов с выраженной степенью двигательных нарушений ($n=5$, $16,7 \pm 6,8\%$) в контрольной группе, тогда как в

группе сравнения (БОС) тяжелых форм не отмечалось и преобладали минимальная ($n=12$, $40\pm 8,9\%$) и лёгкая степени ($n=11$, $36,7\pm 8,8\%$) по шкале ASIA (Таблица 13).

Таблица 13 – Распределение пациентов по рангам шкалы ASIA в зависимости от клинической группы

Выраженность силовых парезов, шкала ASIA по рангам (см примечание)	группа НИЛТ + БОС		группа БОС		Контрольная группа	
	n	%	n	%	n	5
Отсутствуют	3	10	7	23,3	3	10
Минимальные	7	23,3	12	40	15	50
Легкие	11	36,7	11	36,7	7	23,3
Средние	8	26,7	0	0	5	16,7
Тяжелые	1	3,3	0	0	0	0
Всего	30	100	30	100	30	100
Примечание: ранги парезов по шкале ASIA: отсутствуют (100 баллов), минимальные (92-99 баллов), легкие (80-91 балл), средние (60-79 баллов), тяжелые (до 59 баллов)						

Интенсивность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ) в общей выборке соответствовала умеренному уровню и составила 6 [4; 8] баллов. В контрольной группе медиана ВАШ была выше и составила 8 [6; 8] баллов, в группе сравнения (БОС) - 6 [3; 8] баллов, в основной группе (БОС+НИЛТ) - 6 [4; 8] баллов (Рисунок 12). При межгрупповом сравнении по критериям Краскела–Уоллиса получено статистически значимое различие между контрольной группой и группой сравнения (БОС) ($p = 0,033$). При этом значения ВАШ в группе сравнения (БОС+НИЛТ) занимали промежуточное положение и статистически значимо не отличались от других групп, что в целом позволяет расценивать исходный уровень болевого синдрома, как сопоставимый между основными группами наблюдения, несмотря на несколько более высокий медианный показатель в контрольной группе.

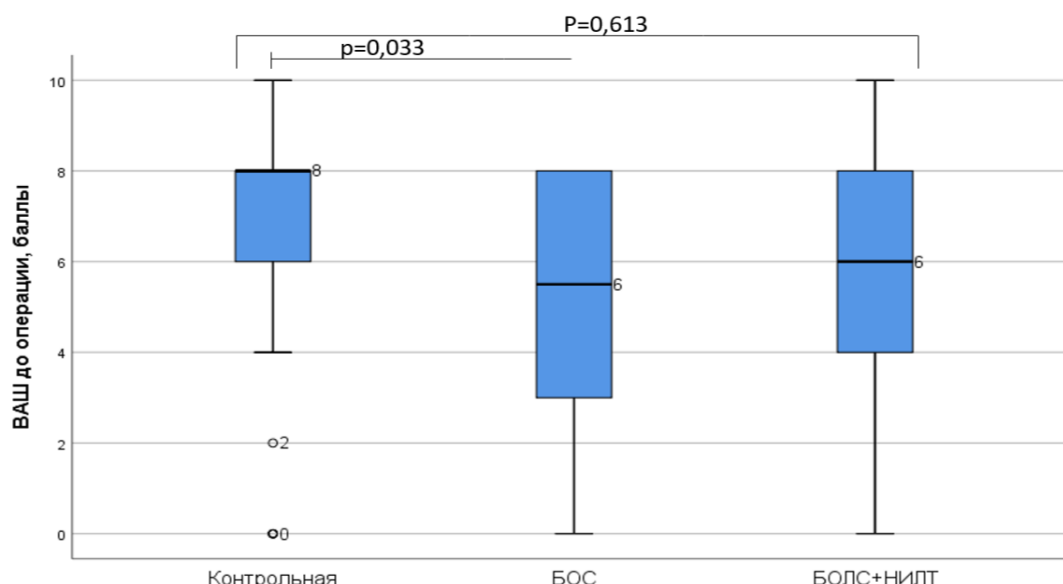


Рисунок 12 – Распределение баллов по ВАШ до операции в сравниваемых группах

Индекс ограничения из-за боли в шее (NDI) также указывал на преимущественно умеренную выраженность функциональных нарушений: в общей выборке медиана составила 1 [1;2] балл. В контрольной группе медиана NDI была 2 [1;2] балла, в группе сравнения (БОС) – 1 [1;2] балла, в группе сравнения (БОС+НИЛТ) – 1 [1;2] балла. Статистически значимых межгрупповых различий по данному показателю не получено (критерий Красскела–Уоллиса, $p = 0,348$), что позволяет расценивать группы как исходно сопоставимые по индексу ограничения из-за боли в шее (Таблица 14).

Таблица 14 – Распределение пациентов по рангам NDI в клинических группах

Ранжирование болевого синдрома по шкале The Neck Disability Index (см примечание)	Группа НИЛТ+БОС		Группа БОС		Контрольная группа		P
	n	%	n	%	n	%	
1	2	3	4	5	6	7	8
0-4 баллов	4	13,3 %	5	16,7 %	6	20 %	0,348
5-14 баллов	12	40 %	15	50 %	6	20 %	

Клинико-психологическая оценка уровня депрессии и качества жизни пациентов.

Таблица 15 – Распределение пациентов по рангам шкалы депрессии Бека в клинических группах

[illegible]

Индекс качества жизни по EQ-5D-3L в общей выборке был снижен по сравнению с условной популяционной нормой и составил 0,75 [0,55;0,77]. В контрольной группе медиана индекса EQ-5D-3L была 0,75 [0,43;0,78]; в группе сравнения (БОС) – 0,75 [0,7;0,81]; в группе сравнения (БОС+НИЛТ) – 0,7 [0,535;0,779]. Статистически значимых межгрупповых различий по исходным значениям индекса не выявлено (критерий Краскела–Уоллиса, $p = 0,223$) (Таблица 16).

Таблица 16 – Уровень качества жизни по EQ-5D-3L в клинических группах до операции

Уровень индекса качества жизни по EQ-5D-3L	Группа НИЛТ+БОС		Группа БОС		Контрольная группа		P
	Me	[IQR]	Me	[IQR]	Me	[IQR]	
Индекс EQ-5D-3L	0,70	0,54;0,78	0,75	0,70;0,81	0,75	0,43;0,78	0,233

Индекс качества жизни по EQ-5D-3L до операции имел отрицательную корреляционную связь с выраженностью депрессии по шкале Бека ($p = 0,011$): по мере нарастания уровня депрессии отмечалось прогрессивное снижение индекса EQ-5D-3L. Наиболее низкие значения EQ-5D-3L 0,52 [0,42; 0,63] зарегистрированы у пациентов с более выраженной депрессией по шкале Бека, причём их индекс был достоверно ниже по сравнению с пациентами с минимальными депрессивными проявлениями ($p_{z-1} = 0,040$). Это свидетельствует о тесной взаимосвязи между снижением качества жизни и выраженностью депрессивных расстройств у больных с шейной миелопатией уже на дооперационном этапе. Также, обращает на себя внимание более низкие значения индекса EQ-5D-3L при умеренной и выраженной депрессии по шкале Бека в контрольной группе 0,47 [0,01;0,75] по сравнению с группой (БОС) 0,72 [0,70;0,75] и группой (НИЛТ+БОС) 0,70 [0,46;0,74] (Таблица 17).

Таблица 17 – Значения индекса EQ-5D-3L в группах в зависимости от ранга по шкале Бека

Уровень депрессии по рангам по шкале депрессии Бека (см примечание)	Группа НИЛТ+БОС		Группа БОС		Контрольная группа	
	Me	[IQR]	Me	[IQR]	Me	[IQR]
0-9 баллов	0,70	0,47;0,82	0,75	0,75;0,81	0,81	0,75;0,81
10-15 баллов	0,70	0,55;0,75	0,75	0,70;0,81	0,75	0,70;0,75
16-19 баллов	0,70	0,46;0,74	0,72	0,70;0,75	0,47	0,01;0,75
20-29 баллов	0,6	0,6	0,55	0,40;0,70	0,43	0,43
Примечание: ранги уровня депрессии по шкале депрессии Бека: 0-9 баллов – отсутствие депрессивных симптомов, 10-15 баллов – легкая депрессия, 16-19 баллов – умеренная депрессия, 20-29 баллов – выраженная депрессия.						

Нейровизуализационные изменения, обнаруженные в исследуемых группах

Всем пациентам (N=90) была выполнена МРТ шейного отдела позвоночника. По данным Т2-взвешенных изображений в сагиттальной и аксиальной проекциях у 100 % обследованных визуализировались очаги измененного МР-сигнала в веществе спинного мозга на уровне стеноза, что соответствовало картине миелопатии. В большинстве случаев зоны измененного МР-сигнала локализовались на уровне максимальной компрессии спинного мозга со стороны структур позвоночника, у части пациентов (n=26, 28,8±4,78 %) отмечалось их кранио-каудальное распространение на соседние сегменты спинного мозга.

Проведен анализ структурных изменений шейного отдела позвоночника по данным МРТ, включая оценку числа вовлечённых сегментов и степени сужения позвоночного канала. У большинства пациентов преобладал комбинированный тип стеноза шейного отдела позвоночника, выявленный у n=36 (40 %) пациентов. Изолированный центральный стеноз выявлен у n=26 (28,9%) больных, латеральный – у n=28 (31,1%). Различий по типам стеноза позвоночного канала по данным МРТ-исследования не получили ($p>0,05$) (Рисунок 13). Преобладание комбинированного стеноза отражает комплексный характер дегенеративно-дистрофического процесса в шейном отделе позвоночника с одновременным сужением как позвоночного канала, так и межпозвонковых отверстий.

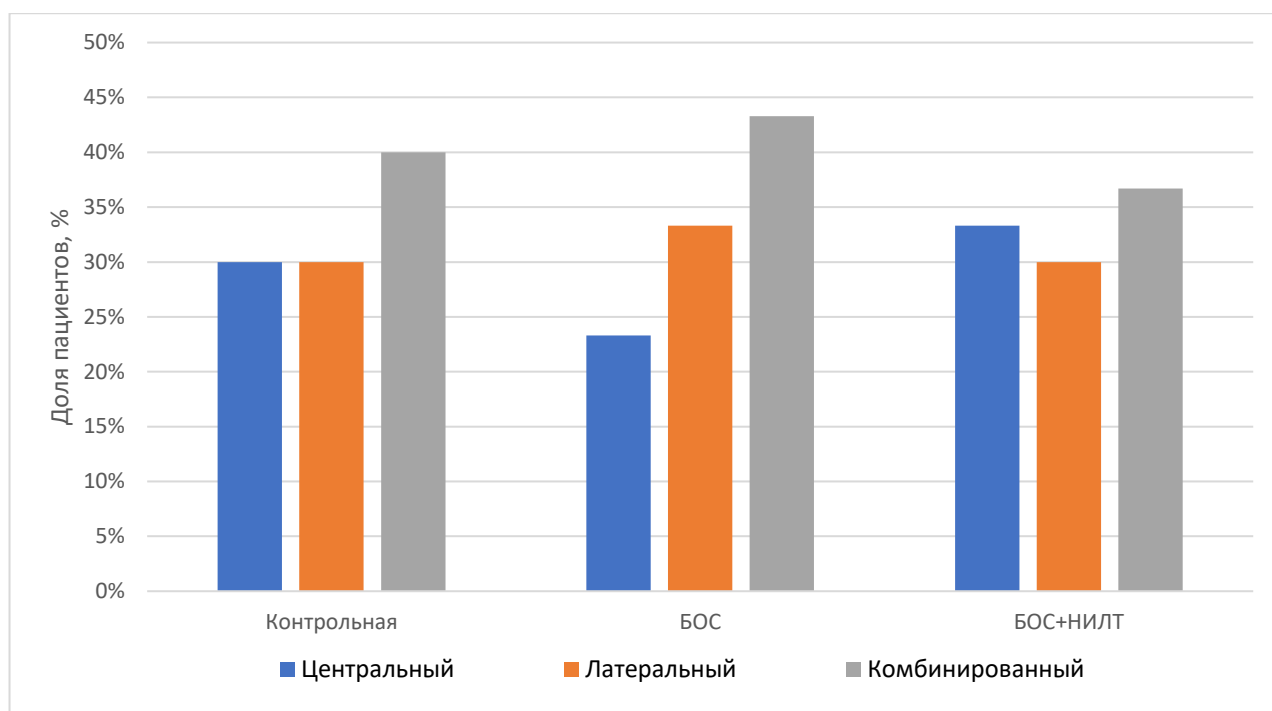


Рисунок 13 – Частота встречаемости типов стеноза в исследуемых группах

Проведенное нами исследование показало, что максимальная компрессия спинного мозга чаще отмечалась на уровне межпозвонкового сегмента С5–С6, несколько реже – на уровнях С4–С5 и С6–С7. В общей выборке у большинства пациентов ($n=51$, 56,7 %) регистрировался многоуровневый стеноз (2 и более сегментов), тогда как изолированное поражение в пределах одного сегмента встречалось реже – у $n=39$ (43,3 %). Передне-задний размер позвоночного канала на уровне максимального стеноза был уменьшен у всех пациентов по сравнению с референсными значениями. В общей выборке медиана передне-заднего размера канала составила 7,0 [6,0;8,9] мм; в контрольной группе – 6,9[6;8] мм, в группе сравнения (БОС) - 7,2[6;9] мм, в группе сравнения (БОС+НИЛТ) – 7,0 [6,0;9,0] мм. При межгрупповом сравнении статистически значимых различий по степени сужения канала не получено (критерий Краскела–Уоллиса, $p=0,443$), что позволяет рассматривать сравниваемые группы как исходно сопоставимые по выраженности стеноза шейного отдела позвоночника.

3.4 Определение индивидуального профиля функционирования по доменам МКФ у пациентов в исследуемых группах

Оценка индивидуального профиля функционирования у пациентов с СШМ проводилась в динамике по основным компонентам МКФ: «Функции и структуры организма» и «Активность и участие». На фоне проведенного лечения и последующей реабилитации во всех трёх группах отмечалась положительная динамика по домену b1301 «мотивация»: к 3-му и 6-му месяцам наблюдения уменьшалась доля пациентов с выраженным снижением мотивации и увеличивалась доля заинтересованных в лечении пациентов ($p < 0,05$). При этом наиболее заметное увеличение доли пациентов с минимальными нарушениями по МКФ отмечено в группе БОС+НИЛТ ($n=27, 90\%$), где к концу периода наблюдения фиксируется наибольшая доля «благоприятных» уровней по сравнению с контрольной группой ($n=24, 80\%$) и группой сравнения (БОС) ($n=23, 76,6 \%$). Примечательно, что в группе сравнения (БОС+НИЛТ) статистически значимая положительная динамика регистрировалась уже на 3 месяце наблюдения по сравнению с другими группами ($p=0,03$) (Рисунок 14).

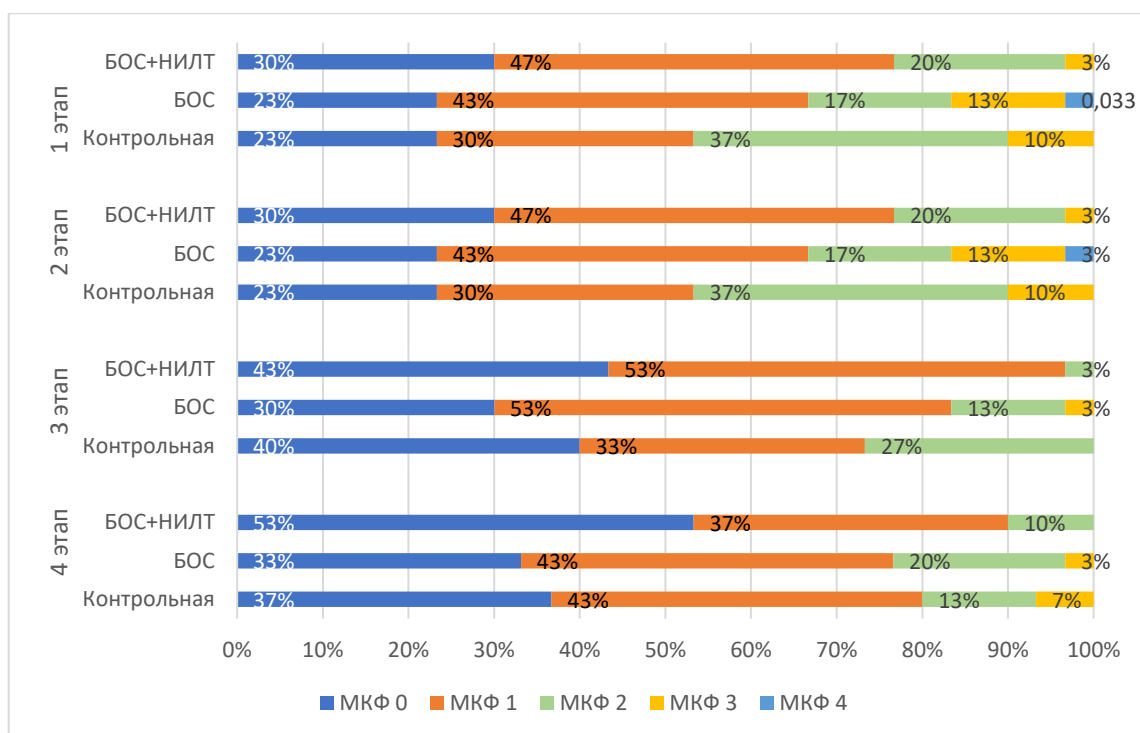


Рисунок 14 – Межгрупповое сравнение динамики нарушений по домену b1301 «мотивация» в исследуемых группах на 3 этапах измерения

По домену b2801 МКФ «боль в части тела» при внутригрупповом анализе динамики по степени нарушения функции («нет/минимальные нарушения»/«умеренные/тяжёлые») во всех трёх группах была выявлена статистически значимая положительная динамика; при этом в группе сравнения (БОС+НИЛТ) статистическая значимость была достигнута раньше, уже к 3-му месяцу наблюдения ($p < 0,001$) (Рисунок 15).

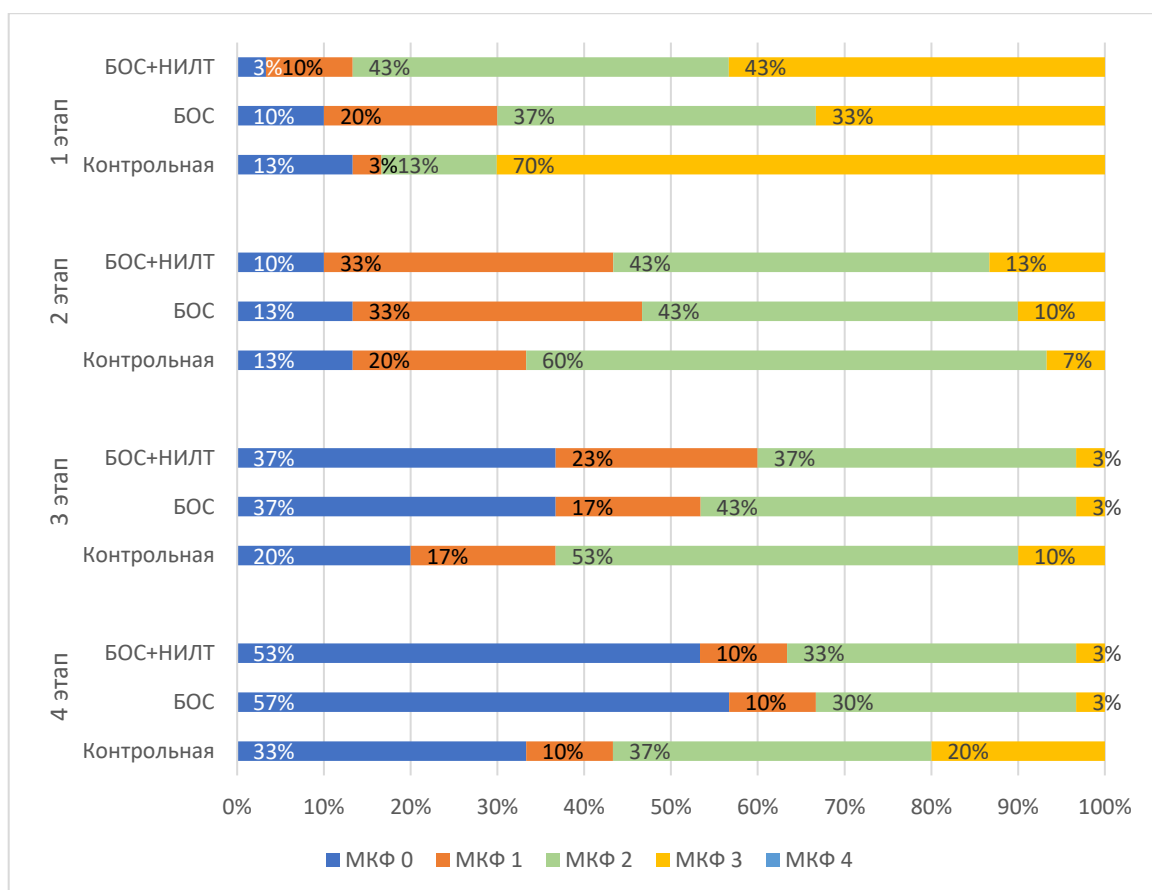


Рисунок 15 – Межгрупповое сравнение динамики регресса болевого синдрома по домену b2801 «боль в части тела» в исследуемых группах за 6 месяцев

Выполнен внутригрупповой анализ динамики по домену МКФ b7306 «Сила всех мышц тела», по результатам которого во всех группах к концу наблюдения отмечалось статистически значимое увеличение доли пациентов с отсутствием/минимальными нарушениями ($p < 0,001$). Также следует отметить, что в группе сравнения (БОС+НИЛТ) к 6-му месяцу не регистрировались пациенты с выраженными нарушениями мышечной силы по классификаторам МКФ (уровни МКФ 3–4), что может отражать более лучшее восстановление по данному параметру (Рисунок 16).

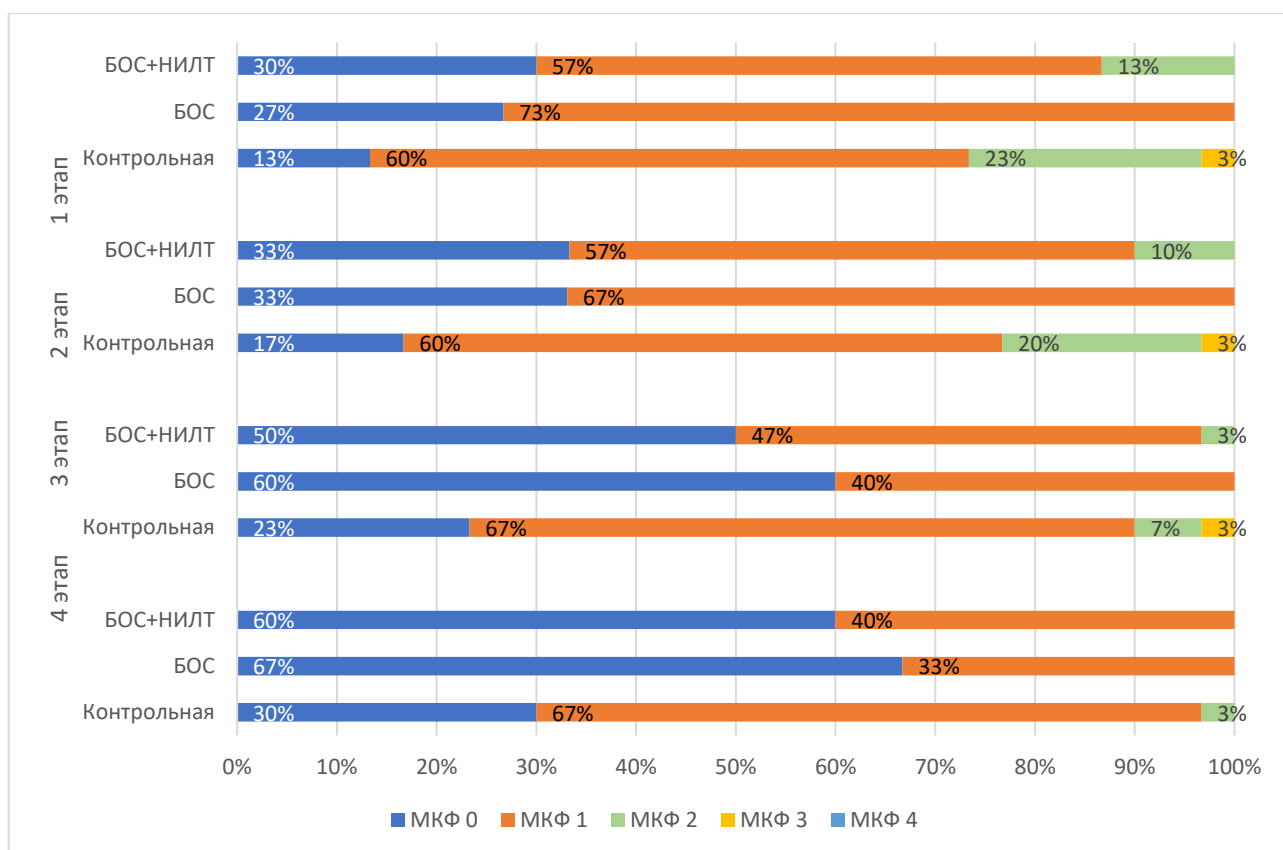


Рисунок 16 – Межгрупповое сравнение динамики увеличения мышечной силы по домену b7306 в исследуемых группах за 6 месяцев

При анализе домена b7603 МКФ «Опорные функции» в динамике наблюдалось смещение распределения в сторону легких нарушений во всех группах. Межгрупповые различия по критерию χ^2 Пирсона, а также по бинарному показателю «улучшение/без улучшения» статистически значимыми не были ($p > 0,05$). Вместе с тем в группе сравнения (БОС+НИЛТ) к 6-му месяцу отмечалась более высокая доля пациентов, не нуждающихся во внешней опоре ($n=20$, 67%), что отражает тенденцию к более полному восстановлению самостоятельности при ходьбе (Рисунок 17).

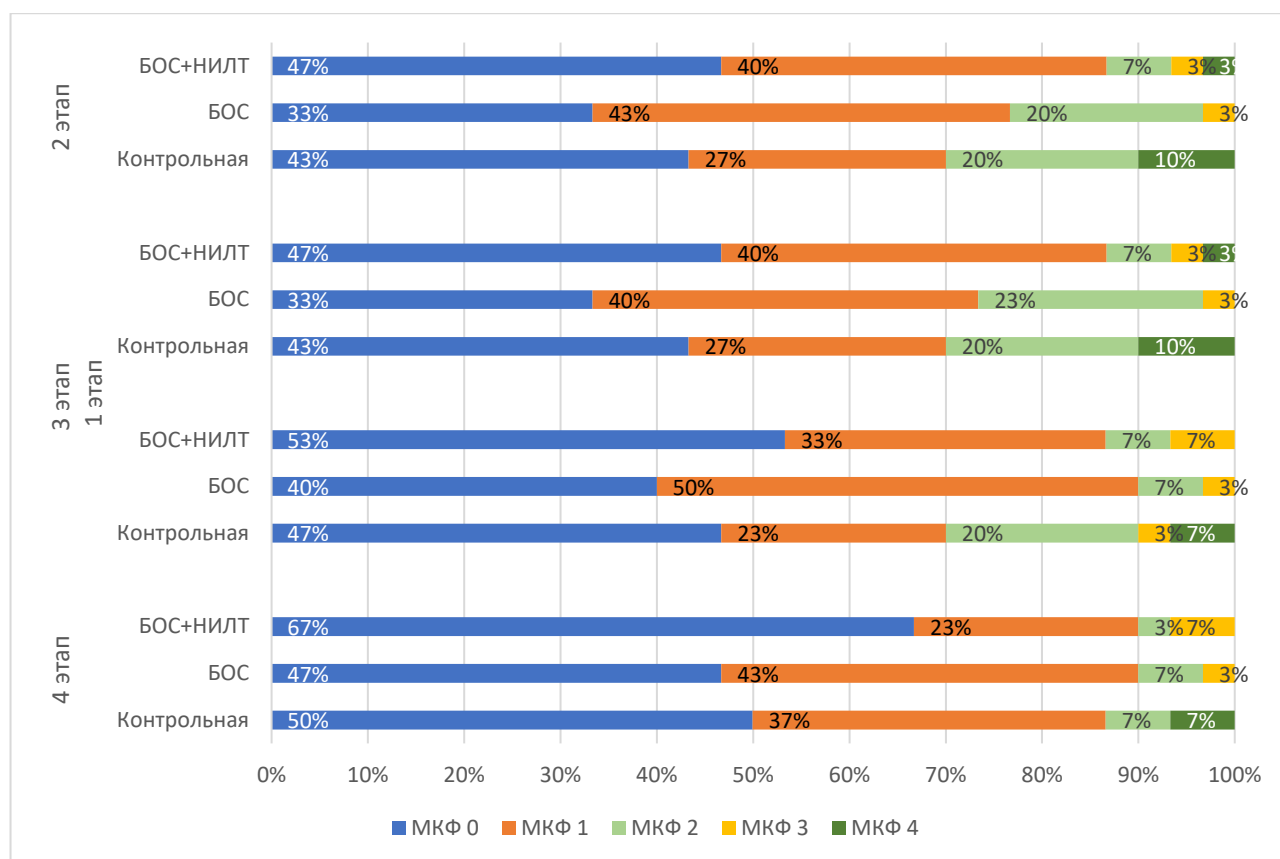


Рисунок 17 – Межгрупповое сравнение динамики восстановления «Опорные функции» по домену b7603 в исследуемых группах за 6 месяцев

Нарушения мочеиспускания по домену МКФ b6200 имелись во всех трёх группах: в контрольной группе — у $n=8$ (26,7%) пациентов, в группе сравнения (БОС) — у $n=11$ (36,7%), в группе сравнения (БОС+НИЛТ) — у $n=10$ (33,3%), статистических различий при межгрупповом сравнении не было ($p=0,782$). Через 6 месяцев после реабилитации отмечалась положительная динамика в виде уменьшения доли пациентов с нарушениями мочеиспускания во всех трех группах; при межгрупповом сравнении (улучшением/без улучшения) статистически значимых различий не получено (точный критерий Фишера=0,36, $p>0,05$).

По домену b770 МКФ «функции стереотипа ходьбы» группы были исходно сопоставимы (χ^2 Пирсона=0,876, $p>0,05$). В ходе наблюдения во всех группах отмечалась положительная динамика функции ходьбы, однако степень выраженности указанных изменений различалась между группами на этапах наблюдения. К 3-му месяцу наблюдения выявлены статистически значимые внутригрупповые изменения по данному домену. При поэтапном сравнении

показателей установлено, что только в группе сравнения (БОС+НИЛТ) статистически значимая положительная динамика была достигнута уже к 3-му месяцу после операции ($p < 0,001$), что отражает более раннее восстановление функции ходьбы по сравнению с другими группами в указанный срок наблюдения (Рисунок 18).

По динамике бинарного показателя «улучшение/без улучшения» частота улучшения была статистически значима в группе (БОС+НИЛТ) (67,7%) по сравнению с контрольной (32,3%) (χ^2 Пирсона=0,013, $p_{1-3}=0,004$); шансы улучшения в группе БОС+НИЛТ были в 4,67 раз выше (95% ДИ: 1,57–13,87, $p=0,004$). Между сравниваемыми признаками выявлена связь средней силы (V Крамера = 0,367); по этим данным сочетание БОС и НИЛТ связано с более высокой вероятностью восстановления функции ходьбы в ходе реабилитации.

При оценке структуры распределения показателя домена b770 МКФ к 6-му месяцу в группе БОС+НИЛТ отмечалось смещение доли пациентов в сторону минимальных нарушений ($n=8$, 27 %); при этом выраженные наблюдались только у ($n=5$, 17%) по сравнению с другими группами. Такая структура распределения указывает на более полное восстановление походки при добавлении НИЛТ к реабилитационной программе (Рисунок 18).

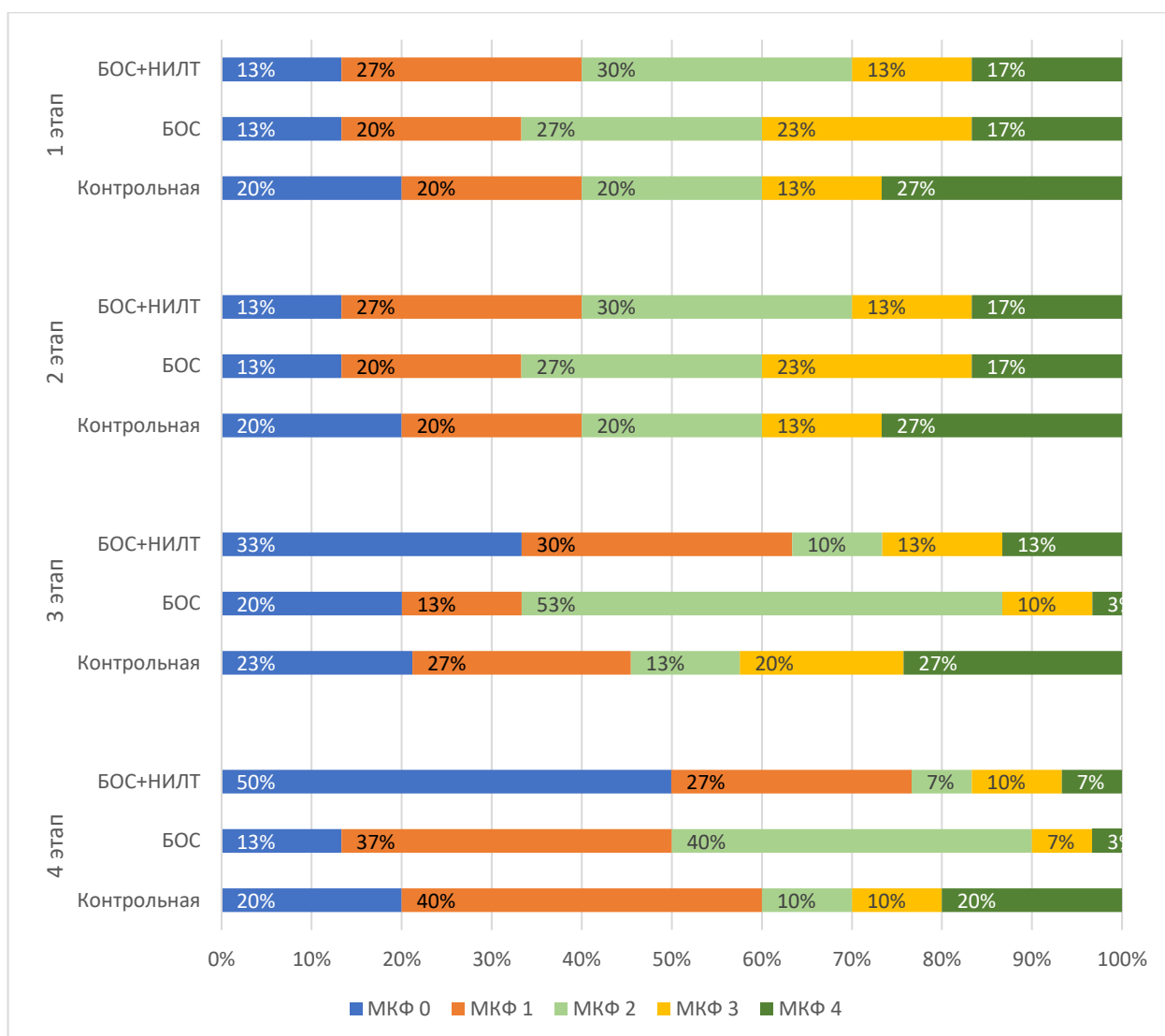


Рисунок 18 – Межгрупповое сравнение динамики восстановления ходьбы по домену b770 «функции стереотипа ходьбы» в исследуемых группах за 6 месяцев

По домену d440 МКФ «точные движения кисти» во всех трёх группах за 6 месяцев прослеживалась положительная динамика в виде увеличения доли пациентов с минимальными нарушениями. Однако при внутригрупповом анализе интервала «до операции – через 6 месяцев» статистически значимое улучшение достигнуто только в группе БОС+НИЛТ ($p=0,015$), где к 6-му месяцу преобладали пациенты без признаков нарушения мелкой моторики ($n=21$, 70%) (Рисунок 19).

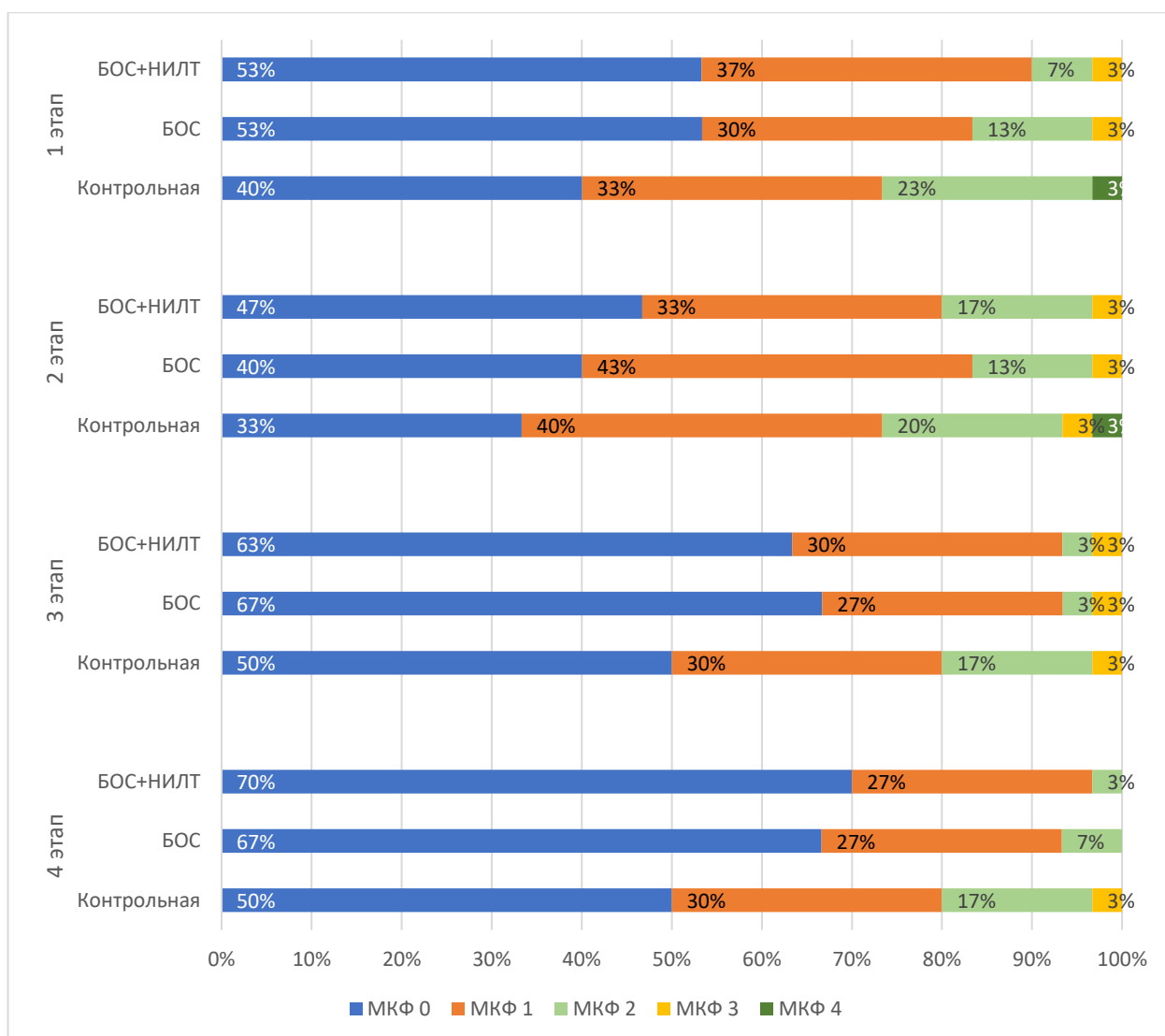


Рисунок 19 – Межгрупповое сравнение динамики восстановления функции кисти по домену d440 «точные движения кисти» в исследуемых группах за 6 месяцев

По домену d5400 «надевание одежды» во всех трёх группах на протяжении 6-месячного периода отмечалась внутригрупповая положительная динамика в виде увеличения доли пациентов с отсутствием/минимальными нарушениями по данным МКФ; при этом только в группе БОС и БОС+НИЛТ статистическая значимость была достигнута уже к 3-му месяцу наблюдения, при этом наиболее выраженный эффект наблюдался в комбинированной группе (d5400: n=21, 70%, $p<0,001$) (Рисунок 20).

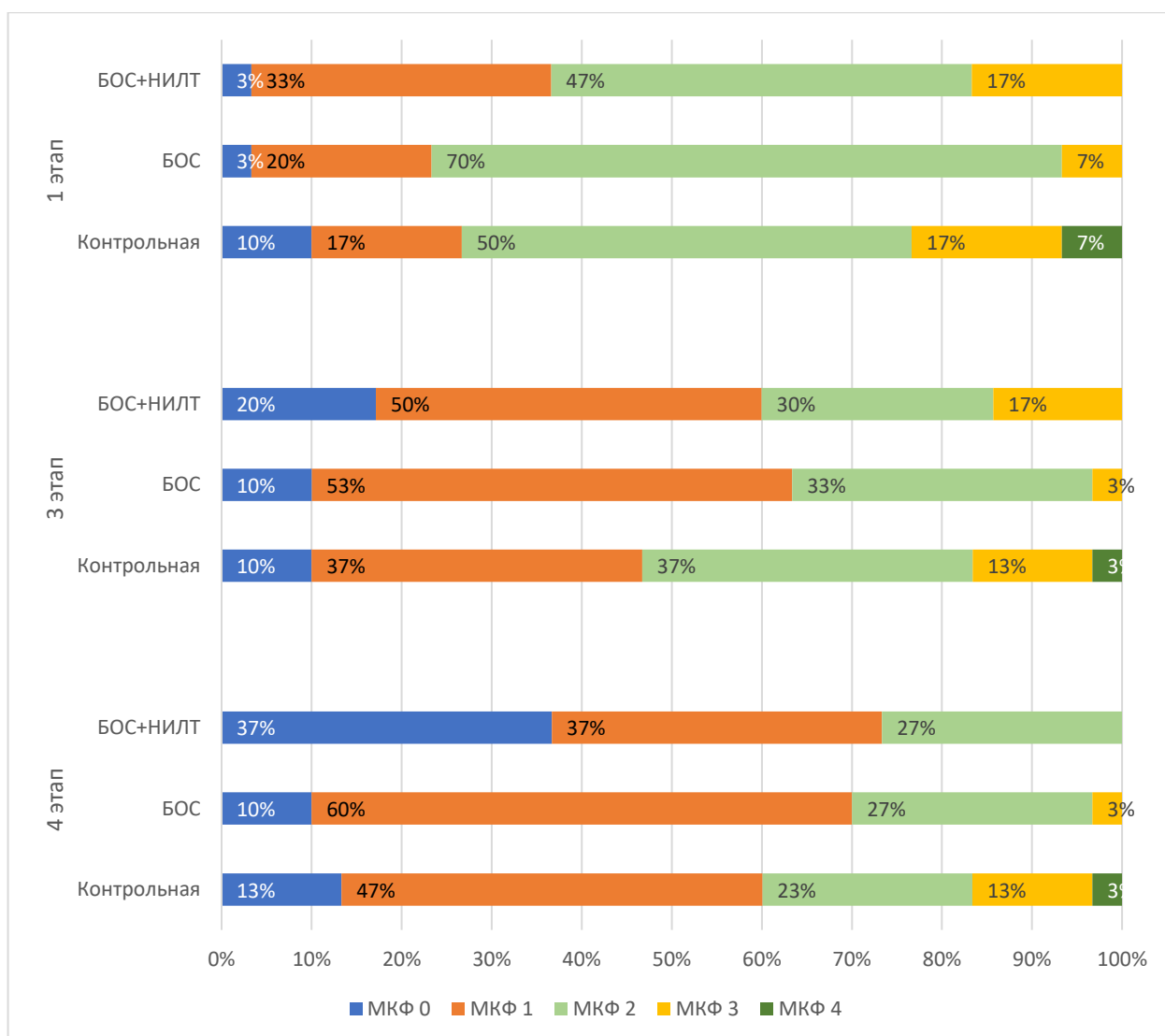


Рисунок 20 – Динамика восстановления по домену d5400 «надевание одежды» в исследуемых группах за 6 месяцев

При внутригрупповом анализе домена МКФ d640 «выполнение работы по дому» наблюдалось смещение распределения в сторону легких нарушений во всех группах ($p < 0,05$). Межгрупповые различия по критерию χ^2 Пирсона, а также по бинарному показателю («улучшение/без улучшения») статистически значимыми не были ($p > 0,05$) во всех группах и на трех этапах измерения.

По домену d920 «отдых и досуг» исходно во всех группах преобладали умеренные ограничения по МКФ (1-2), что отражает существенное влияние СШМ на качество жизни. К 6-му месяцу во всех группах отмечалось положительная динамика (МКФ 0–1), однако максимальные улучшения по показателям МКФ наблюдались в группе БОС+НИЛТ. Было выявлено статистически значимое

межгрупповое различие ($p = 0,010$), причём доля пациентов с улучшением в группе БОС+НИЛТ была достоверно выше, чем в контрольной группе ($p_{1-3} = 0,003$) (Рисунок 21).

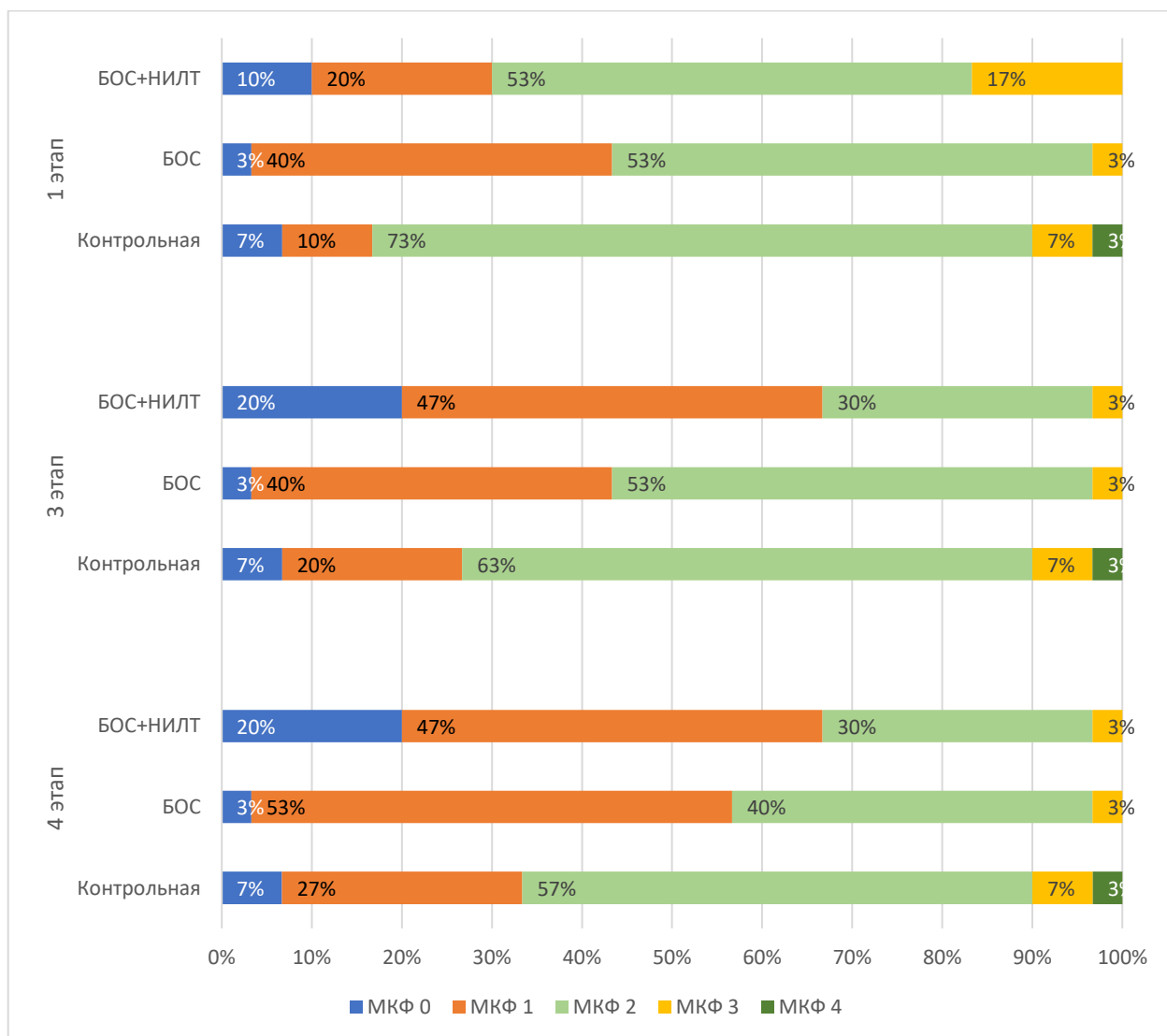


Рисунок 21 – Межгрупповое сравнение динамики восстановления по домену d920 «отдых и досуг» в исследуемых группах за 6 месяцев

Наибольшее снижение качества жизни отмечалось в доменах b2801 «боль в части тела» (80%), b770 «функции стереотипа ходьбы», (62,3%), d5400 «надевание одежды» (71,1%) и d920 «отдых и досуг» (75,5%), где большинство пациентов указывали на наличие умеренных или выраженных нарушений (уровни 2–3) (Таблица 18).

Таблица 18 – Динамика восстановления по доменам МКФ в сравниваемых группах в течение 6 месяцев

Домены МКФ	НИЛТ+БОС (n=30) «Отсутствие и минимальные нарушения»				БОС (n=30) «Отсутствие и минимальные нарушения»				Контрольная (n=30) «Отсутствие и минимальные нарушения»			
	До	3 мес.	6 мес.	P	До	3 мес.	6 мес.	P	До	3 мес.	6 мес.	P
b1301 «Мотивация»	23 76,7%	29 96,7%	27 90%	0,03* p ₁₋₂ =0,028*	20 66,7%	25 83,3%	23 76,7%	0,042* p ₁₋₂ =0,037*	16 53,3%	22 73,3%	24 80%	0,006* p ₁₋₃ =0,006*
b2801 «Боль в части тела»	4 13,3%	18 60%	19 63,3%	<0,001* p _{1-2,3} <0,001*	9 30%	16 53,3%	20 66,7%	0,006* p ₁₋₃ =0,004*	5 16,7%	11 36,7%	13 36,7%	0,009 p ₁₋₃ =0,009*
b7306 «Сила всех мышц тела»	26 86,7%	29 96,7%	30 100%	0,039* p ₁₋₃ =0,043*	30 100%	30 100%	30 100%	-	22 73,3%	27 90%	29 96,7%	0,004* p ₁₋₃ =0,004*
b7603 «Опорные функции»	26 86,7%	26 86,7%	27 90%	0,368	23 76,7%	27 90%	27 90%	0,018* p ₁₋₃ =0,043*	21 70%	21 70%	26 86,7%	0,007* p ₁₋₃ =0,019*
b770 «Функции стереотипа ходьбы»	12 40%	19 63,3%	23 76,7%	<0,001* p ₁₋₃ <0,001*	10 33,3%	10 33,3%	15 50%	0,082	12 40%	15 50%	18 60%	0,021* p ₁₋₃ =0,016*
d440 «Точные движения кисти»	25 83,3%	28 93,3%	29 96,7%	0,015* p ₁₋₃ =0,013*	24 80%	28 93,3%	28 93,3%	0,08	22 73,3%	24 80%	24 80%	0,112
d5400 «надевание одежды»	11 36,7%	21 70%	22 73,3%	<0,001* p ₁₋₂ =0,001* p ₁₋₃ <0,001*	7 23,3%	19 63,3%	21 70%	<0,001* p ₁₋₂ =0,001* p ₁₋₃ <0,001*	8 26,7%	14 46,7%	18 60%	0,001* p ₁₋₃ <0,001*
d640 «выполнение работы по дому»	14 46,7%	23 76,7%	26 86,7%	<0,001* p ₁₋₂ =0,004* p ₁₋₃ <0,001*	18 60%	26 86,7%	26 86,7%	0,002* p ₁₋₂ =0,006* p ₁₋₃ =0,006*	12 40%	19 63,3%	21 70%	0,001* p ₁₋₂ =0,02* p ₁₋₃ =0,001*
d920 «отдых и досуг»	9 30%	20 66,7%	20 66,7%	<0,001* p ₁₋₂ <0,001* p ₁₋₃ <0,001*	8 26,7%	13 43,3%	17 56,7%	0,001* p ₁₋₃ =0,001*	5 16,7%	8 26,7%	10 33,3%	0,022* p ₁₋₃ =0,019*
Примечание: * - изменения показателей статистически значимы (p<0,05)												

3.5 Результаты анализа клинико-неврологических и нейрофизиологических итогов комбинированного лечения у пациентов с СШМ

Динамика болевого синдрома в исследуемых группах

При оценке динамики частоты жалоб на боль в клинических группах отмечалось статистически значимое снижение показателя: в контрольной с 86,7 до 70 % ($p=0,015$); в группе БОС с 86,7 до 43,3 % ($p<0,001$); в группе БОС+НИЛТ с 96,7 до 56,7% ($p<0,001$). Наиболее значимое абсолютное изменение показателя частоты жалоб на боль наблюдалось в группе БОС и БОС+НИЛТ и составляло около 40%. Дополнительно Post-hoc анализ выявил значимую динамику при сравнении показателей последнего этапа с первым и со вторым. ($p=0,005$) (Рисунок 22).

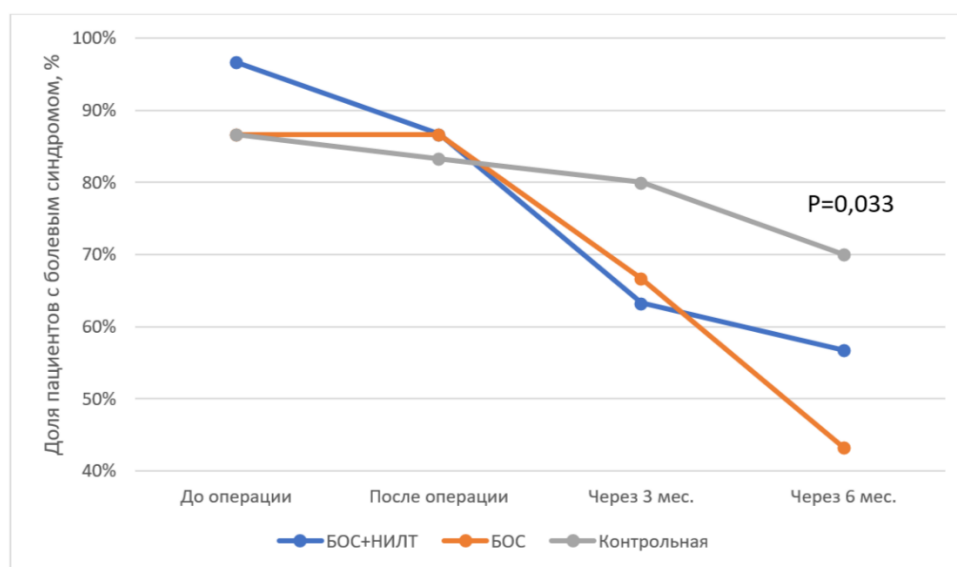


Рисунок 22 – Изменение частоты выявляемости болевого синдрома в исследуемых группах пациентов с СШМ после реабилитационного этапа лечения

По результатам межгруппового сравнения динамики за 6 месяцев доля улучшившихся пациентов с отсутствием боли составила 20,0% в контрольной группе, 46,7% в группе БОС и 50,0% в группе БОС+НИЛТ. Различия были статистически значимыми между пациентами контрольной и группой БОС (χ^2 Пирсона=0,033, $p_{1-2}=0,043$), а также между группами контрольной и БОС+НИЛТ (χ^2 Пирсона=0,033, $p_{1-3}=0,043$). Вместе с тем между группами БОС и БОС+НИЛТ

статистически значимых различий выявлено не было (χ^2 Пирсона=0,796), что указывает на сопоставимость показателей к 6-му месяцу по данному бинарному исходу (Таблица 19). Несмотря на статистически значимое снижение частоты болевого синдрома в группах БОС и БОС+НИЛТ по сравнению с контрольной к 6-му месяцу, по представленным данным невозможно однозначно установить вклад отдельных компонентов лечения в достигнутый эффект (Таблица 19).

Таблица 19 – Межгрупповое попарное сравнение динамики частоты «сохранения/отсутствия» болевого синдрома через 6 месяцев в исследуемых группах

Пара	Группа	Болевой синдром, абс. (%)		p
		Сохраняется	Отсутствует	
1-2	Контрольная	24 (80,0%)	6 (20,0%)	0,028*
	БОС	16 (53,3%)	14 (46,7%)	
1-3	Контрольная	24 (80,0%)	6 (20,0%)	0,015*
	БОС+НИЛТ	15 (50,0%)	15 (50,0%)	
2-3	БОС	16 (53,3%)	14 (46,7%)	0,796
	БОС+НИЛТ	15 (50,0%)	15 (50,0%)	

По индексу NDI внутригрупповой анализ с применением критерия Фридмана зафиксировал статистически значимую динамику во всех исследуемых группах на протяжении 6 месяцев наблюдения. Наиболее отчетливые различия выявлены при сопоставлении исходного значения баллов NDI с 3-м и 4-м этапами наблюдения (1–3 и 1–4; $p < 0,05$) (Рисунок 22). Межгрупповое сравнение на отдельных этапах наблюдения статистически значимых расхождений не выявило ($p > 0,05$). Исключение составил 6-й месяц, когда post-hoc анализ выявил различие между контрольной и группой БОС (скорр. по Bonferroni, $p=0,032$), тогда как остальные пары статистически значимо не различались ($p>0,05$).

При анализе динамики показателя NDI за 6 месяцев между группами статистически значимых различий не выявлено ($p=0,415$). В совокупности результаты указывают на сопоставимую траекторию изменения NDI в сравниваемых группах (Рисунок 23).

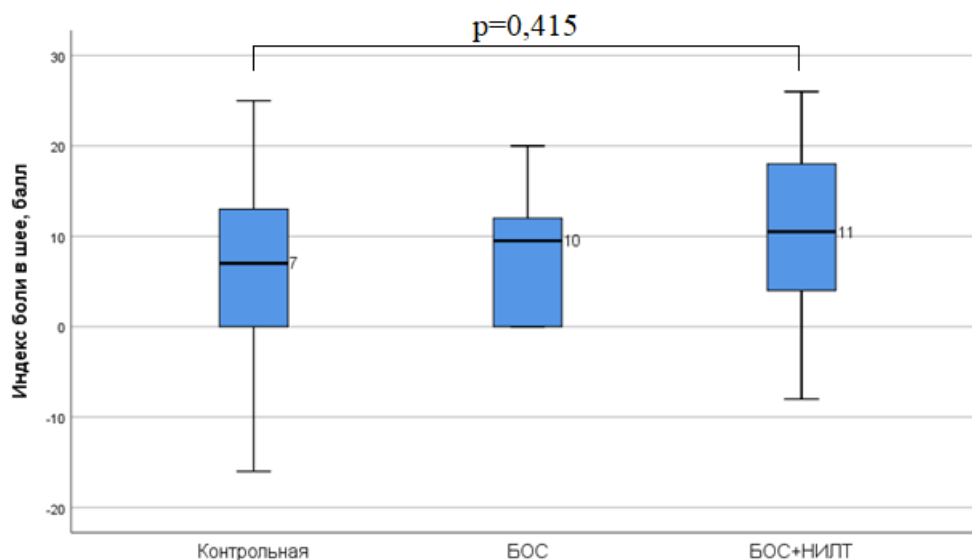


Рисунок 23 – Динамика изменения индекса боли в шее между 1-м и 4-м этапами в сравниваемых группах

Обращает внимание схожая картина при оценке по ВАШ, во многом повторяющая результаты, полученные при анализе NDI: во всех группах отмечалась статистически значимая внутригрупповая динамика в течение 4 этапов наблюдения ($p < 0,05$), при этом межгрупповые различия по суммарному изменению за 6 месяцев ($\Delta = 4-1$) статистически значимыми не были ($p > 0,05$). При этом по данным графического анализа распределений Δ ВАШ отмечается тенденция к более выраженному снижению боли по медиане в группах БОС и БОС+НИЛТ по сравнению с контрольной; однако статистическая значимость получена не была ($p = 0,7$) (Рисунок 24).

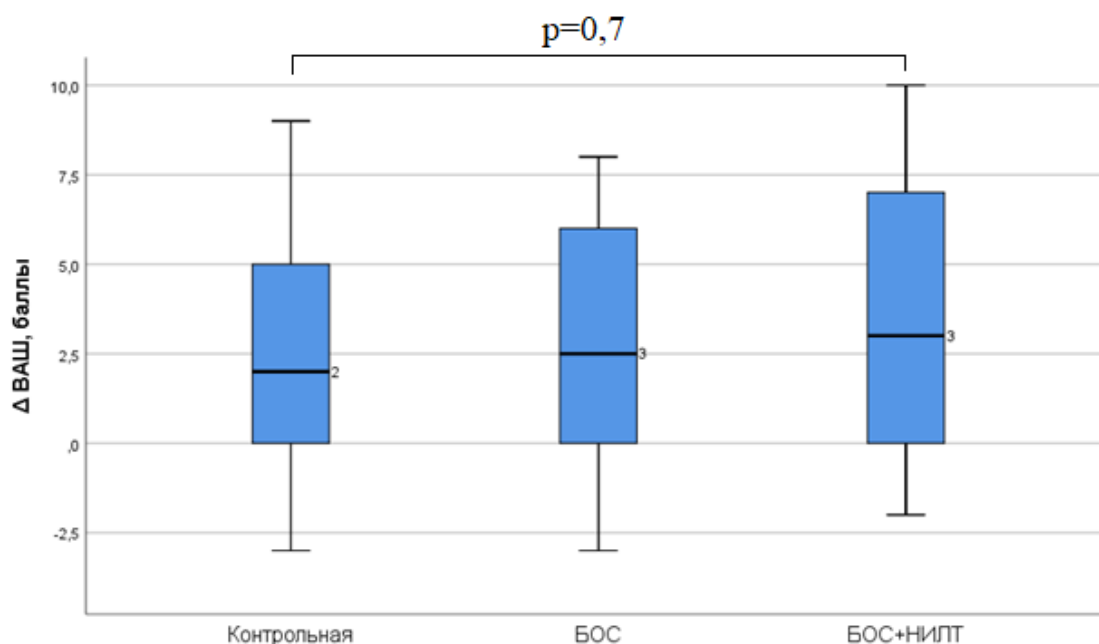


Рисунок 24 – Динамика изменения индекса боли по ВАШ между 1-м и 4-м этапами в сравниваемых группах

Изменение мышечной силы по шкале ASIA в исследуемых группах в течение 6 месяцев.

При оценке динамики при внутригрупповом сравнении по шкале ASIA в результате применения различных реабилитационных методик отмечалось статистически значимое увеличение показателя (критерий Q Кокрена, $p < 0,001$). Увеличение было существенным как в первой половине срока наблюдения ($p_{1-3} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,003$) так и во второй половине ($p_{2-4} < 0,001$; $p_{2-4} = 0,026$; $p_{2-4} < 0,001$) (Таблица 20).

Таблица 20 – Динамика увеличения мышечной силы за 6 месяцев между сравниваемыми группами

Динамика парезов по шкале ASIA	Парезы до операции по рангам (см примечание)	Этапы наблюдений								P
		До операции (1)		После операции (2)		Через 3 месяцев (3)		Через 6 месяцев (4)		
1	2	3		4		5		6		7
БОС+НИЛТ (N=30)	Отсутствуют (100)	3 (10 %)		4 (13,3 %)		8 (26,7 %)		10 (33,3 %)		
	Минимальные (92-99)	15 (50 %)		16 (53,3 %)		13 (43,3 %)		13 (43,3 %)		
	Легкие (80-91)	7 (23,3 %)		6 (20 %)		7 (23,3 %)		5 (16,7 %)		
	Средние (60-79)	5 (16,7 %)		4 (13,3 %)		2 (6,7 %)		2 (6,7 %)		
	Тяжелые (до 59)			0		0		0		
		Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Min-max	<0,001* p1-3<0,001* p1-4<0,001* p2-3=0,002* p2-4<0,001*
		93[86-96]	65-100	93,5[88-97]	68-100	95,5[90-100]	72-100	97[92-100]	76-100	
БОС (N=30)	Отсутствуют	7 (23,3 %)		7 (23,3 %)		9 (30 %)		11 (36,7 %)		
	Минимальные	12 (40 %)		14 (46,7 %)		14 (46,7 %)		14 (46,7 %)		
	Легкие	11 (36,7 %)		9 (30 %)		7 (23,3 %)		4 (13,3 %)		
	Средние	0		0		0		1 (3,3 %)		
	Тяжелые	0		0		0		0		
		Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Min-max	<0,001* p1-3=0,003* p1-4=0,001* p2-4=0,026*
		94[88-96]	80-100	94[90-97]	80-100	96[92-100]	84-100	96[92-100]	78-100	
Контрольная (N=30)	Отсутствуют	3 (10 %)		3 (10 %)		4 (13,3 %)		5 (16,7 %)		
	Минимальные	7 (23,3 %)		7 (23,3 %)		11 (36,7 %)		13 (43,3 %)		
	Легкие	11 (36,7 %)		11 (36,7 %)		9 (30 %)		9 (30 %)		
	Средние	8 (26,7 %)		8 (26,7 %)		5 (16,7 %)		3 (10 %)		
	Тяжелые	1 (3,3 %)		1 (3,3 %)		1 (3,3 %)		0		

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5	7	1	2	3	4
		Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Me [IQR]	Min-max	Me [IQR]	Min-max	<0,001* p₁₋₃<0,001* p₁₋₄<0,001* p₂₋₃=0,003* p₂₋₄<0,001*
		88[75-93]	30-100	90[76-94]	91[81-95]	40-100	92[82-97]	40-100	
Примечание: * - изменения показателей статистически значимы (p<0,05) Примечание: ранги парезов по шкале ASIA: отсутствуют (100 баллов), минимальные (92-99 баллов), легкие (80-91 балл), средние (60-79 баллов), тяжелые (до 59 баллов)									

Во всех клинических группах отмечалось увеличение силы рук/ног по шкале ASIA через 6 месяцев наблюдения по сравнению с дооперационными данными. У пациентов с минимальными и лёгкими нарушениями зарегистрировано умеренное улучшение двигательных функций (в среднем на 4–8 %), что, вероятно, связано с исходно высоким уровнем функционирования. Более выраженная динамика зарегистрирована у больных со средней степенью тяжести; наибольший прирост показателя отмечался в группе БОС+НИЛТ (18,9 %), что свидетельствует о безусловной пользе комплексной реабилитационной программы в лечении двигательных функций (Таблица 21).

Таблица 21 – Динамика увеличения мышечной силы в трех группах наблюдения в течение 6 месяцев

Динамика парезов по шкале ASIA	Парезы до операции по рангам (см примечание)	До операции	Через 6 месяцев	% изменений
		Me [IQR]	Me [IQR]	
БОС+ НИЛТ (N=30)	Минимальные (N=15)	94[93-96]	98[97-100] p=0,092*	4,26 %
	Легкие (N=7)	86[86-89]	90[90-93] p=0,277*	4,65 %
	Средние (N=5)	74[72-75]	88[78-92] p=0,825*	18,92 %
	Тяжелые			
БОС (N=30)	Минимальные (N=12)	94[93-95]	96[96-99] p=0,092*	2,13 %
	Легкие (N=11)	85[82-89]	92[90-96] p=0,277*	8,23 %
	Средние (N=0)	-	-	-
	Тяжелые			
Контрольная (N=30)	Минимальные (N=7)	94[93-95]	98[97-100] p=0,092*	4,26 %
	Легкие (N=11)	88[84-90]	92[90-92] p=0,277*	4,54 %
	Средние (N=8)	73[72-75]	82[79-82] p=0,825*	12,33 %
	Тяжелые (N=1)			
Примечание: * - изменения показателей статистически значимы (p<0,05) Примечание: ранги парезов по шкале ASIA: отсутствуют (100 баллов), минимальные (92-99 баллов), легкие (80-91 балл), средние (60-79 баллов), тяжелые (до 59 баллов)				

Однако, несмотря на клинически значимое улучшение двигательной функции в группе БОС+НИЛТ, статистическая значимость между группами не была достигнута ($p > 0,05$), что требует дальнейших наблюдений с увеличением числа пациентов и удлинением периода наблюдения.

При анализе изменений ходьбы по шкале Нурика в динамике наблюдалось смещение распределения в сторону легких нарушений во всех группах. Межгрупповые различия по критерию χ^2 Пирсона, а также по бинарному показателю («улучшение/без улучшения») статистически значимыми не были ($p > 0,05$). Вместе с тем в группе БОС+НИЛТ к 6-му месяцу визуально отмечалась более высокая доля пациентов с улучшением функции ходьбы (Рисунок 25).

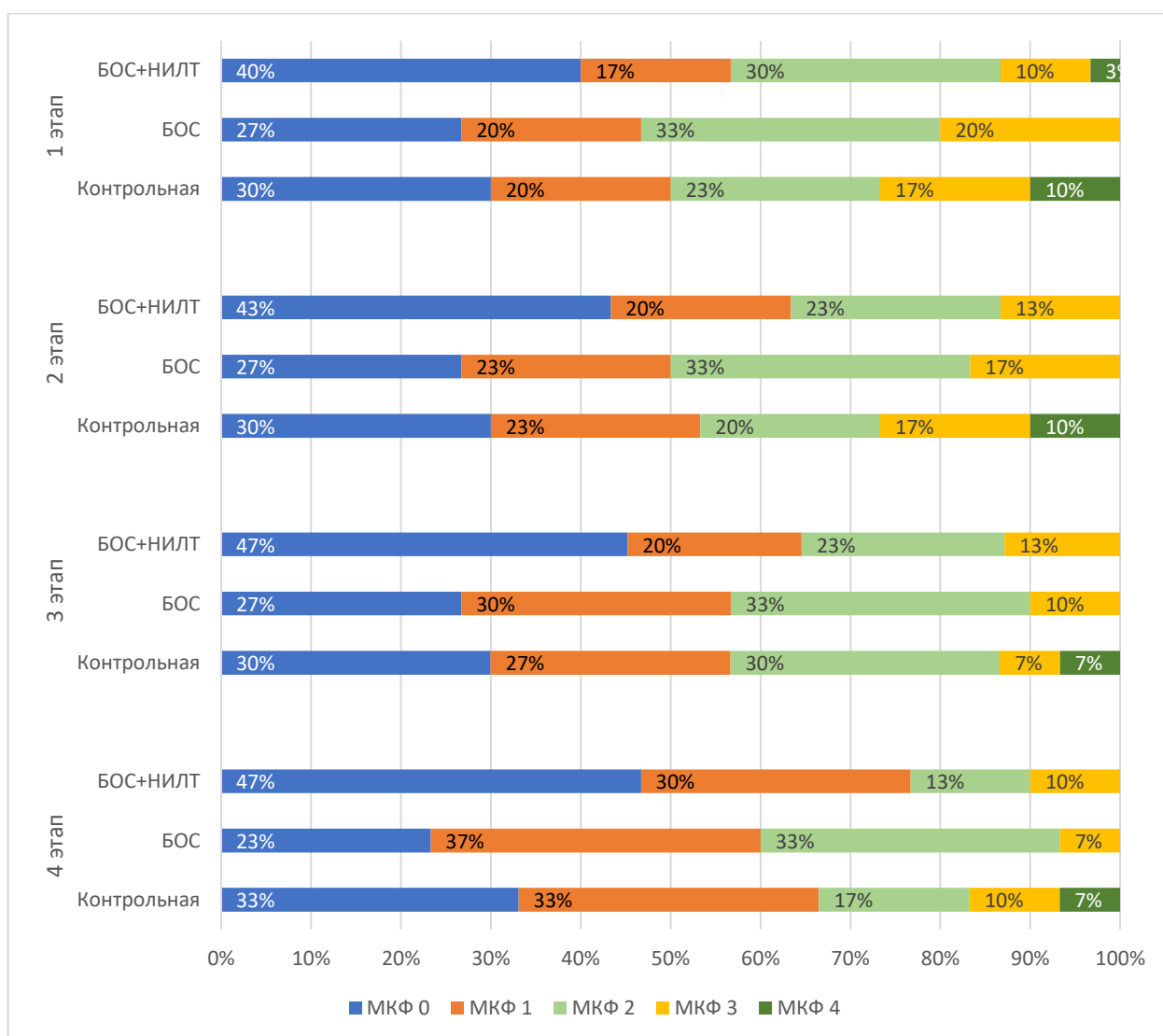


Рисунок 25 – Динамика улучшения ходьбы по шкале Нурик в течении 6 месяцев

Анализ изменений по шкале mJOA продемонстрировал различную степень функционального восстановления в зависимости от исходной тяжести шейной миелопатии и характера проведённого лечения. У пациентов с умеренной и тяжелой степенью тяжести отмечено достоверное улучшение неврологического статуса через 6 месяцев наблюдения во всех группах ($p < 0,05$). Исключение составила подгруппа пациентов с легкой степенью миелопатии, где вследствие малой численности выборки (4 пациента в контрольной группе, 8 в группе БОС и 11 в группе БОС+НИЛТ), статистическая значимость была достигнута только в группе БОС+НИЛТ ($p=0,006$). При оценке результатов через 6 месяцев и стратификации по исходной степени тяжести миелопатии статистически значимое различие между группами получено только в подгруппе для лёгкой степени тяжести ($mJOA > 12$): показатели mJOA в группе БОС+НИЛТ были достоверно выше по сравнению с контрольной группой ($p=0,004$). При анализе бинарного показателя по mJOA «улучшение > 2 /без улучшения» была получена статистическая значимость в группе БОС+НИЛТ ($p=0,029$), что указывает на более выраженное восстановление при использовании комбинированной реабилитационной программы для данной группы пациентов.

Помимо этого, при анализе динамики по шкале mJOA в подгруппе пациентов с тяжелой степенью тяжести ($mJOA \leq 12$) обращает на себя внимание более выраженный прирост показателя в группе комбинированного лечения БОС+НИЛТ (20%) по сравнению с контрольной группой (4,8%) и группой БОС (10%). Также наиболее значимое улучшение было зафиксировано у пациентов с умеренной тяжестью миелопатии. В группе БОС+НИЛТ медианное значение mJOA увеличилось с 13 [12,5; 14] до 16 [14; 16], что соответствует приросту на 18,5 %. Для сравнения, в контрольной группе прирост составил 7,7 %, а в группе БОС - 15,4 % (табл. 18). Несмотря на отсутствие статистической значимости ($p = 0,269$), выявленная динамика указывает на клинически значимое преимущество комплексного подхода при тяжёлых формах миелопатии (Таблица 22).

Таблица 22 – Оценка изменений клинических проявлений тяжести миелопатии в исследуемых группах по шкале mJOA

Группа	Тяжесть миелопатии до операции по рангам	Оценка по шкале JOA			
		До операции	Через 6 мес.	% изм.	p
		Me [IQR]	Me [IQR]		
БОС+НИЛТ	Легкая (N =11)	16 [15; 16,5]	17 [17; 18]	6,25	0,003*
	Умеренная (N=8)	13 [12,5; 14]	16 [14; 16]	18,5	0,005*
	Тяжелая (N=11)	10 [8; 10]	12 [10,5; 13,5]	20	0,001*
БОС	Легкая (N =8)	15 [15; 15,5]	17 [15,5; 17,5]	13,3	0,059
	Умеренная (N=12)	13 [12,5; 14]	15 [14; 15,5]	15,4	0,001*
	Тяжелая (N=10)	10 [8; 11]	11 [11; 12]	10	0,005*
Контрольная	Легкая (N =4)	15 [15; 16]	16 [16; 17]	10	0,083
	Умеренная (N=16)	13 [12; 14]	14 [13; 15]	7,7	0,001*
	Тяжелая (N=10)	10 [9; 11]	11 [11; 12]	4,8	0,005*
P		0,178	0,364		
		0,815	0,125		
		0,707	0,269		
Примечание: Тяжесть миелопатии оценивается по шкале mJOA: 0-11 баллов – тяжелая, 12-14 – умеренная, 15-17 – легкая					
* - различия показателей статистически значимы (p<0,05)					

Анализ индекса качества жизни по EQ-5D-3L на исходном этапе наблюдения не выявил статистически значимых межгрупповых различий (критерий Краскела–Уоллиса, $p=0,223$). В то же время через 6 месяцев межгрупповые различия по уровню восстановления качества жизни стали статистически значимыми (критерий Краскела–Уоллиса, $p=0,017$). По результатам апостериорного анализа с поправкой Бонферрони достоверное отличие было получено между контрольной группой и группой БОС+НИЛТ ($p=0,019$) (Рисунок 26).

При оценке динамики индекса EQ-5D-3L также выявлены статистически значимые различия между контрольной группой и группой БОС+НИЛТ ($p=0,028$). Доля пациентов, продемонстрировавших улучшение, была выше в группе БОС+НИЛТ ($n=24$, 80%) по сравнению с контрольной группой ($n=14$, 46,7%) ($p=0,022$); между сопоставляемыми признаками отмечалась умеренная связь (V Крамера=0,282).

Таким образом, значимое преимущество по восстановлению качества жизни относительно контрольной было продемонстрировано только при использовании комбинированной программы БОС+НИЛТ, тогда как изолированное применение БОС не обеспечивало статистически значимого улучшения по EQ-5D-3L. Отсутствие различий между группами БОС и БОС+НИЛТ при наличии значимости в сравнении «контрольной–БОС+НИЛТ» может отражать промежуточный характер эффекта БОС и ограниченную статистическую мощность парного сравнения.

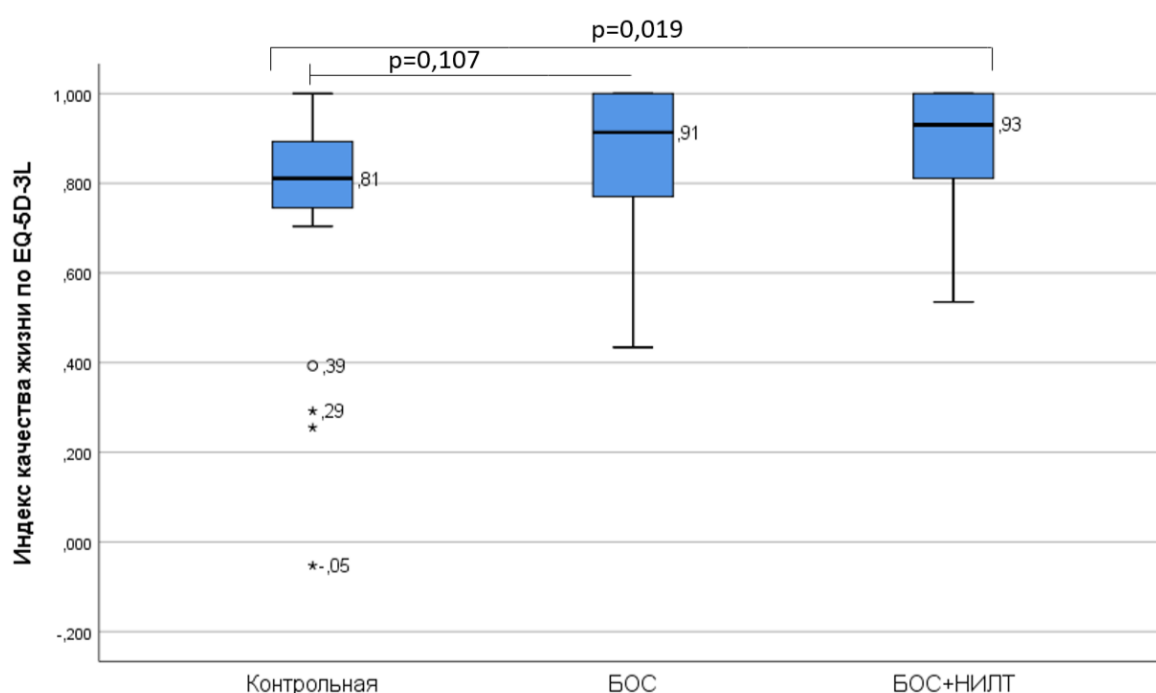


Рисунок 26 – Распределение индекса EQ-5D-3L по группам через 6 месяцев наблюдения

Изменения в эмоциональной сфере пациентов оценивали по шкале депрессии Бека. На момент включения в исследование значимого различия баллов в исследуемых группах не наблюдалось ($p > 0,05$). Такая же тенденция сохранялась после операции и через 3 месяца наблюдения ($p = 0,826$).

Через 6 месяцев были получены статистически значимые различия между контрольной и группой БОС+НИЛТ ($p = 0,037$). Выраженные признаки депрессии в контрольной группе имели место у $n = 14$ человек (46,7%), тогда как в группе

БОС+НИЛТ у $n=4$ (13,3%). Одновременно в группе БОС+НИЛТ увеличилась доля пациентов с отсутствием признаков депрессии; $n=18$ (60 %) в БОС+НИЛТ; $n=10$ (33,3 %) в контрольной. Таким образом, к 6-му месяцу наблюдения программа БОС+НИЛТ ассоциировалась с более благоприятной динамикой улучшения психоэмоционального статуса по шкале Бека по сравнению со другими группами.

Анализ результатов нейрофизиологических исследований у пациентов с СШМ

Для оценки исходной сопоставимости исследуемых групп по показателям соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) было проведено межгрупповое сравнение по количественным параметрам. Результаты статистического анализа не выявили достоверных межгрупповых различий по анализируемым параметрам ССВП ($p > 0,05$). Таким образом, на основании проведённого анализа можно заключить, что исследуемые группы являются статистически сопоставимыми по исходным показателям ССВП.

При сравнении параметров соматосенсорных вызванных потенциалов в трёх группах на двух этапах исследования с учётом стратификации по mJOA (≤ 12 и > 12 баллов) наиболее выраженная положительная динамика наблюдалась в подгруппе пациентов с относительно сохранённой исходной функцией ($mJOA > 12$). Наиболее значимые межгрупповые различия были связаны с уменьшением латентности N13 и N20 справа через 6 месяцев после операции ($p=0,004$ и $p=0,022$ соответственно) с преимущественно лучшими показателями в группе БОС+ НИЛТ по сравнению с контрольной ($p_{1-3}=0,003$ и $p_{1-3}=0,018$) (Приложение 3).

При оценке изменения амплитуды пояснично-крестцового комплекса N35–P38 у пациентов с легкой степенью тяжести миелопатии, также наблюдалась положительная динамика преимущественно у группы БОС+НИЛТ (общегрупповое $p=0,011$; $p_{2-3}=0,008$), что свидетельствует о более выраженном улучшении спинально-сегментарной и надсегментарной афферентной проводимости от нижних конечностей (Приложение 3).

Менее выраженная, пограничная по значимости динамика наблюдалась для амплитуды коркового компонента N20–P23 в подгруппе $mJOA > 12$: межгрупповые

различия до операции и через 6 месяцев находились на уровне $p \approx 0,05$ ($p=0,048$ и $p=0,049$), с преимуществом группы БОС+НИЛТ по сравнению с БОС ($p_{2-3}=0,042$). Эти изменения могут рассматриваться как тенденция к нормализации корковой активации, однако по весомости уступают другим уровням значимости, зафиксированным по латентностям N13, N20 и амплитуде N35–P38 (Приложение 3).

В подгруппе пациентов с более тяжёлым неврологическим дефицитом ($mJOA \leq 12$) статистически значимые различия между группами выявлены только по амплитуде комплекса N35–P38 через 6 месяцев после операции ($p=0,041$) с преимуществом группы БОС+НИЛТ по сравнению с БОС ($p_{2-3}=0,021$). По остальным параметрам ССВП межгрупповых различий не получено ($p > 0,05$), что может указывать на сопоставимый характер динамики проводимости в исследуемых группах по большинству показателей или на недостаточную мощность выборки для выявления менее выраженных эффектов (Приложение 3).

При более детальном межгрупповом анализе динамики указанных показателей статистически значимых различий между группами не выявлено ($p > 0,05$), что указывает на сопоставимую степень восстановления проводимости по чувствительным путям независимо от выбранной реабилитационной программы.

Тем не менее при внутригрупповом анализе во всех сравниваемых группах отмечена статистически значимая положительная динамика исследуемых параметров ($p < 0,05$). При этом наибольший прирост показателей зарегистрирован в группе, получавшей комбинированное воздействие биологической обратной связи и низкоинтенсивной лазерной терапии (БОС + НИЛТ), что может свидетельствовать о положительном эффекте данной реабилитационной программы на процессы нейропластичности.

При сравнении параметров ТМС от верхних конечностей между тремя группами пациентов статистически значимых различий как до операции, так и через 6 месяцев после нее не выявлено ($p > 0,05$), что свидетельствует о сопоставимости исходного состояния кортикоспинальных путей и сходном уровне восстановления проводимости к концу периода наблюдения. Такие же данные

были получены при межгрупповом анализе динамики ВЦМП между двумя этапами наблюдения ($p>0,005$) (Приложение И).

Однако при внутригрупповом анализе в подгруппе с тяжелой степенью тяжести по mJOA во всех сравниваемых группах отмечена статистически значимая положительная динамика исследуемых параметров ($p<0,05$). При этом наибольший прирост показателя ВЦМП зарегистрирован в группе БОС+НИЛТ, что может свидетельствовать об улучшении проводимости по кортикоспинальному тракту при применении комбинированной реабилитационной программы.

3.6 Результаты корреляционного и многофакторного анализа клинических, МКФ- и нейровизуализационных показателей у пациентов с СШМ за 6 месяцев наблюдения

В общей выборке ($N=90$) были выявлены статистически значимые корреляционные связи между функциональным исходом по шкале mJOA через 6 месяцев и рядом клинических и нейрофизиологических показателей. Была установлена статистически значимая слабая обратная корреляционная связь баллов по шкале mJOA через 6 месяцев с возрастом пациентов ($r=-0,249$; $p=0,018$), что указывает на тенденцию к менее благоприятному функциональному исходу у пациентов старшего возраста. Также установлена слабая прямая корреляционная связь mJOA через 6 месяцев с передне-задним размером позвоночного канала ($r=0,253$; $p=0,018$); больший сагиттальный размер канала ассоциировался с более высокими значениями mJOA через 6 месяцев (Таблица 23).

Таблица 23 – Результаты корреляционного анализа зависимости функционального исхода по mJOA 6 мес и некоторыми клиническими и нейрофизиологическими показателями

Направление корреляционной связи	Сила корреляционной связи	Статистическая достоверность, p
Возраст-функциональный исход по mJOA ₆ месяцев	-0,249	0,018
Передне-задний размер канала – функциональный исход по mJOA ₆ месяцев	0,253	0,018
ВЦМП до операции - функциональный исход по mJOA ₆ месяцев	-0,431 _{правая рука} -0,506 _{левая рука}	0,002 <0,001
ССВП N20 - функциональный исход по mJOA ₆ м	-0,471 _{правая рука} -0,498 _{левая рука}	<0,001 <0,001

Наиболее сильные корреляционные связи относились к нейрофизиологическим параметрам ТМС. Удлинение времени центрального моторного проведения находилось в значимой обратной связи с функциональным исходом по mJOA через 6 месяцев после операции: чем выше были предоперационные значения ВЦМП, тем ниже оказывались баллы mJOA в отдалённом послеоперационном периоде (правая рука: $r=-0,431$; $p=0,002$; левая рука: $r=-0,506$; $p<0,001$). Данная зависимость отражает прогностическую ценность исходного состояния кортикоспинальных путей при оценке вероятности восстановления после операции. Удлинение сегментарного и коркового компонентов ССВП до оперативного вмешательства было связано с меньшими значениями mJOA через 6 месяцев; для параметра N20 связь составила: правая рука: $r=-0,471$; левая рука: $r=-0,498$; ($p<0,001$).

Многофакторный регрессионный анализ результатов послеоперационного лечения пациентов с СШМ

Для оценки связи методов восстановительного лечения с функциональным исходом через 6 месяцев выполнен многофакторный регрессионный анализ. Баллы mJOA до операции внесены в модель в качестве ковариаты; за счёт такой корректировки учитывались межгрупповые различия исходного функционального статуса, а вклад изучаемых факторов оценивался при сопоставимой исходной тяжести состояния.

Общая модель (N=90):

Наблюдаемая зависимость описывается уравнением:

$$Y_{mJOA6} = 1,543 + 0,845 * X_{mJOA0} + 0,256 * X_{пр}$$

где Y_{mJOA6} – баллы mJOA через 6 месяцев;

X_{mJOA0} – баллы mJOA до операции;

$X_{пр}$ – передне-задний размер спинномозгового канал (мм).

Метод множественной линейной регрессии с пошаговым отбором предикторов выделил из анализируемой совокупности два показателя, наиболее тесно связанных с функциональным исходом через 6 месяцев: исходный уровень mJOA до операции и передне-задний размер спинномозгового канала.

Модель статистически значима ($p < 0,001$) и характеризуется высокой теснотой связи ($R = 0,907$). Исходя из значения коэффициента детерминации, факторы, включенные в модель, определяют 82,2% дисперсии баллов по шкале mJOA через 6 месяцев.

Поскольку фактор лечения включал три категории (контрольная группа, БОС, БОС+НИЛТ), анализ выполняли в виде двух парных моделей:

Модель 1.

Контрольная группа и группа БОС (0 – контрольная, 1 – БОС)

Наблюдаемая зависимость описывается уравнением:

$$Y_{mJOA6} = 2,192 + 0,905 * X_{mJOA0}$$

где Y_{mJOA6} – баллы mJOA через 6 месяцев;

X_{mJOA0} – баллы mJOA до операции.

В полученной модели наиболее значимым предиктором восстановления выступает только исходный уровень mJOA. Модель статистически значима ($p < 0,001$) и характеризуется высокой теснотой связи ($R = 0,934$). Исходя из значения коэффициента детерминации, факторы, включенные в модель, определяют 87,2% дисперсии баллов по шкале mJOA через 6 месяцев.

Модель 2.

Контрольная группа и группа БОС+НИЛТ (0 – контрольная, 1 – БОС+НИЛТ)

Наблюдаемая зависимость описывается уравнением:

$$Y_{mJOA6} = 1,381 + 0,872 * X_{mJOA0} + 1,076 * X_{гр}$$

где Y_{mJOA6} – баллы mJOA через 6 месяцев;

X_{mJOA0} – баллы mJOA до операции;

$X_{гр}$ – принадлежность к контрольной группе (0) или БОС+НИЛТ (1).

Согласно построенной регрессионной модели, ключевыми предикторами функционального исхода через 6 месяцев являлись исходный уровень mJOA до операции и принадлежность к клинической группе. При сопоставимом исходном неврологическом статусе принадлежность к группе БОС+НИЛТ ассоциировалась с более благоприятным исходом по шкале mJOA в течение 6 месяцев наблюдения. Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции $R = 0,941$, что соответствует высокой тесноте связи по шкале Чеддока. Уровень значимости составил ($p < 0,001$). Исходя из значения коэффициента детерминации, факторы, включенные в модель, определяют 88,6% дисперсии баллов по шкале mJOA через 6 месяцев.

Подгруппа с легкой степенью тяжести по mJOA

Поскольку межгрупповые различия по mJOA через 6 месяцев также были выявлены и у пациентов с лёгкой исходной степенью тяжести ($mJOA > 12$), дополнительно выполнен уточняющий регрессионный анализ для данной подгруппы.

В подгруппе пациентов с лёгкой исходной степенью ($mJOA > 12$) в модели «контроль - БОС» независимого вклада фактора лечения (БОС) в показатель mJOA через 6 месяцев не выявлено ($p > 0,05$); исход в основном определялся исходным уровнем mJOA.

В модели «контроль - БОС+НИЛТ» получено следующее уравнение регрессии:

$$Y_{mJOA6} = 8,043 - 0,065 * X_{ИМТ} + 0,625 * X_{mJOA0} + 1,514 * X_{гр}$$

где Y_{mJOA6} – баллы mJOA легкой степени через 6 месяцев;

X_{mJOA0} – баллы mJOA легкой степени до операции;

$X_{ИМТ}$ – индекс массы тела до операции; $X_{гр}$ – принадлежность к контрольной группе (0) или БОС+НИЛТ (1).

По результату многофакторного регрессионного анализа установлено, что ключевыми предикторами восстановления по шкале mJOA в течение 6 месяцев являлись ИМТ, исходный уровень mJOA до операции и принадлежность к клинической группе. При сопоставимом исходном неврологическом статусе принадлежность к группе БОС+НИЛТ было связано с более благоприятным исходом по шкале mJOA в течение 6 месяцев наблюдения по сравнению с контрольной. Модель статистически значима ($p < 0,001$), характеризуется высокой теснотой связи ($R = 0,940$). Исходя из значения коэффициента детерминации, факторы, включенные в модель, определяют 88,5% дисперсии баллов по шкале mJOA через 6 месяцев в подгруппе легкой степени тяжести.

Полученные данные указывают, что добавление НИЛТ к программе БОС может обеспечивать дополнительный вклад в восстановление функционального статуса по mJOA в лёгкой подгруппе, тогда как изолированное применение БОС не продемонстрировало независимого эффекта относительно контрольной при учёте исходного функционального уровня.

Благоприятная динамика по шкале mJOA прогнозировалась при значении ИМТ менее 26, что было определено по максимальному значению индекса Юдена. При этом площадь под ROC-кривой составила $0,741 \pm 0,122$ с 95% ДИ: 0,503 – 0,979. Значения чувствительности и специфичности составили 60% и 81,8%, соответственно (Рисунок 27).

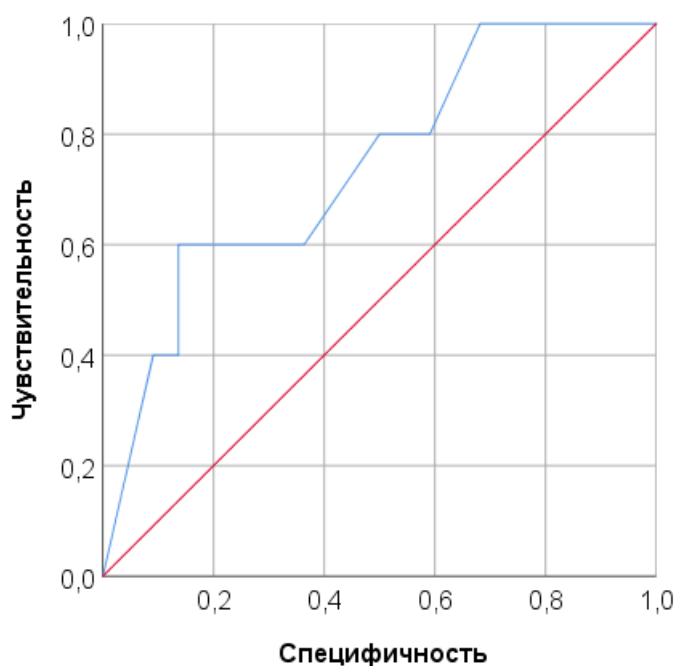


Рисунок 27 – ROC-кривая, характеризующая зависимость ИМТ от вероятности улучшения по mJOA через 6 мес.

Бинарная логистическая регрессия благоприятного исхода после операции при СШМ

Для оценки факторов, связанных с клинически значимым восстановлением через 6 месяцев, были построены бинарные логистические модели. При анализе результатов послеоперационной реабилитации в виде восстановления, оцениваемого по шкале mJOA (улучшение >2 баллов; отсутствие улучшения) построение устойчивой модели оказалось невозможным, вероятно, вследствие недостаточной статистической мощности при выбранном пороге клинически значимого изменения. Вместе с тем для бинарного показателя по индексу EQ-5D-3L (есть улучшение; нет улучшения) логистическая регрессионная модель была построена и оказалась статистически значимой ($p < 0,001$). Модель включала предиктор группы лечения и описывалась уравнением:

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) * 100\%, \quad z = -0,216 + 0,561 * X_{ПК} - 0,195 * X_{д}$$

где P – вероятность улучшения по EQ5D-3L;

$X_{ПК}$ – передне-задний размер позвоночного канала (мм.);

$X_{д}$ – длительность заболевания (мес).

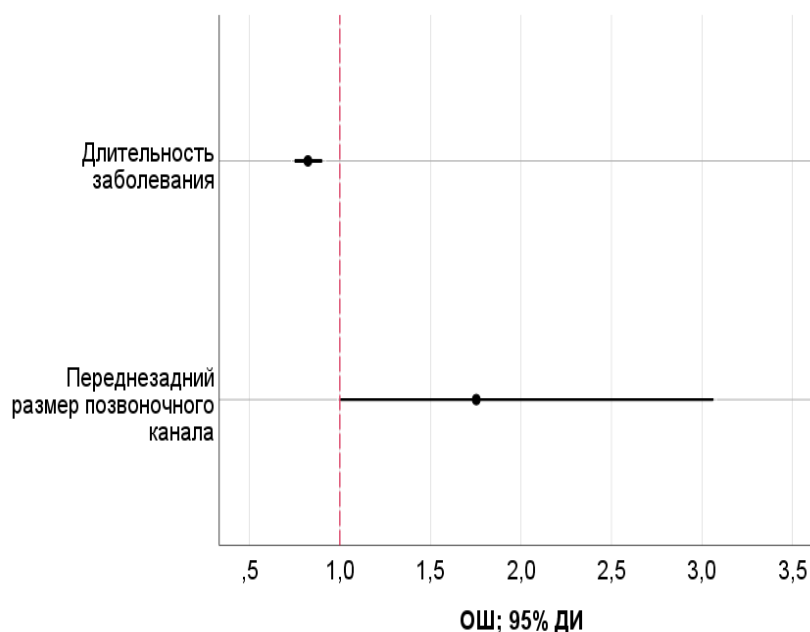


Рисунок 28 – Форест-диаграмма факторов, ассоциированных с исходом по шкале EQ-5D-3L

Исходя из значений регрессионных коэффициентов, увеличение передне-заднего размера позвоночного канала ассоциировано с повышением вероятности улучшения качества жизни по EQ-5D-3L в течение 6 месяцев (ОШ = 1,7; 95% ДИ: 1,01–3,06), тогда как увеличение длительности заболевания — с её снижением (ОШ = 0,82; 95% ДИ: 0,75–0,90). При этом чувствительность и специфичность модели составили 77% и 92% соответственно. Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель определяет 57,5 % дисперсии вероятности восстановления по шкале EQ5D-3L в течении 6 месяцев наблюдения.

Таблица 24 – Характеристики связи предикторов модели с вероятностью улучшения по EQ5D-3L

Предикторы	Нескорректированное ОШ; 95% ДИ	р	Скорректированное ОШ; 95% ДИ	р
Длительность заболевания	0,92; 0,88-0,96	<0,001*	0,82; 0,75-0,90	<0,001*
Передне-задний размер ПК	0,09; 0,96-1,68	0,092	1,753; 1,01-3,06	0,048*
Примечание: * - влияние предиктора статистически значимо (p<0,05)				

Для количественной интерпретации вклада предикторов в вероятность улучшения качества жизни по EQ-5D-3L через 6 месяцев были рассчитаны отношения шансов с 95% доверительными интервалами. По данным таблицы установлено, что включённый в модель фактор (передне-задний размер позвоночного канала) показал статистическую значимость с исходом восстановления после коррективной в многофакторном логистическом анализе. При этом эффект «передне-заднего размера позвоночного канала» был выражен сильнее после коррективной (ОШ 0,09 против 1,75) (Таблица 24). Таким образом, в результате проведённого исследования были получены данные, свидетельствующие о статистически значимом улучшении качества жизни по шкале EQ-5D-3L в течение 6-месячного периода наблюдения при большем передне-заднем размере позвоночного канала и меньшей длительности заболевания до оперативного лечения, что подчёркивает целесообразность раннего хирургического вмешательства и учёта морфометрических показателей при прогнозировании качества жизни.

Значимое улучшение качество жизни по шкале EQ-5D-3L прогнозировалось при длительности заболевания до оперативного вмешательства не более 13 мес, что было определено по максимальному значению индекса Юдена. При этом площадь под ROC-кривой составила $0,755 \pm 0,058$ с 95% ДИ: 0,642 – 0,868. Значения чувствительности и специфичности составили 68,4% и 72,7%, соответственно (Рисунок 29).

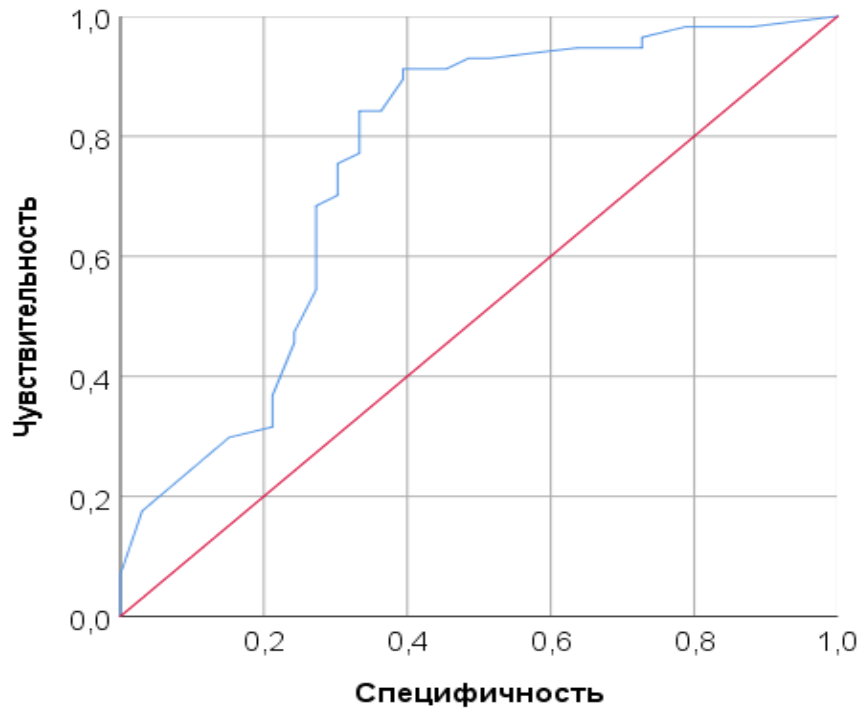


Рисунок 29 – ROC-кривая, характеризующая зависимость длительности заболевания от вероятности улучшения по EQ-5D-3L через 6 мес.

Благоприятная динамика по шкале EQ-5D-3L прогнозировалась при значении передне-заднего размера позвоночного канала более 6,9 мм., что определялось максимальным значением индекса Юдена. При этом площадь под ROC-кривой составила $0,67 \pm 0,058$ с 95% ДИ: 0,555 – 0,784. Значения чувствительности и специфичности составили 69,1% и 57,1%, соответственно (Рисунок 30).

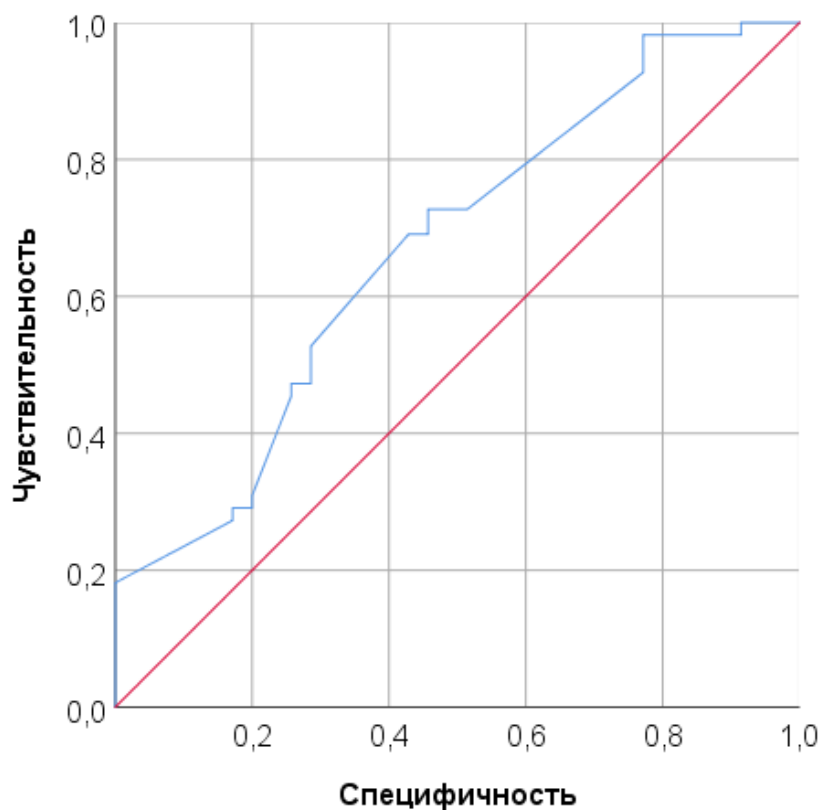


Рисунок 30 – ROC-кривая, характеризующая зависимость передне-заднего размера позвоночного канала от вероятности улучшения по EQ-5D-3L через 6 мес.

Клинический случай №1.

Пациент А. 46 лет мужского пола, обратился в РНХИ им. проф. А.Л. Поленова с жалобами на скованность и эпизодическую боль в шейном отделе позвоночника, усиливающуюся при разгибании головы с иррадиацией в область надплечий с обеих сторон (до 7 баллов по ВАШ); ощущение онемения во всех пальцах кистей, чувство онемения в ногах, частые позывы к мочеиспусканию.

Анамнез заболевания:

Со слов пациента, болевой синдром и ощущение скованности в шейном отделе позвоночника беспокоят на протяжении трёх лет. Обострения связывал с физической нагрузкой и длительным пребыванием в вынужденной позе с запрокинутой головой. Первоначально болевой синдром носил эпизодический характер и купировался приёмом НПВС. Однако в течение последнего года отметил стойкое нарастание интенсивности болевого синдрома, появление иррадиации в

надплечья, а также развитие парестезий в пальцах обеих кистей, а позднее онемения и слабости в ногах. Консервативное лечение (НПВС, миорелаксанты, витамины группы В) проводилось амбулаторно, без положительного эффекта. В связи с прогрессированием неврологической симптоматики пациент был направлен на госпитализацию с целью решения вопроса о хирургическом вмешательстве

Данные нейровизуализации (МРТ) при поступлении:

Дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника. Спондилоартроз. Спондилез, краевые костные разрастания наиболее выражены на уровне С3-С4, С4-С5, преимущественно справа. Грыжи межпозвонковых дисков С3-С4, С4-С5, распространяющиеся за тело С4 позвонка с оссификацией задней продольной связки, болезнь Форестье, стеноз позвоночного канала на данных уровнях, размер передне-заднего размера позвоночного канала 5 мм. Очаг миелоишемии на уровне С3-С4 (Рисунок 31).

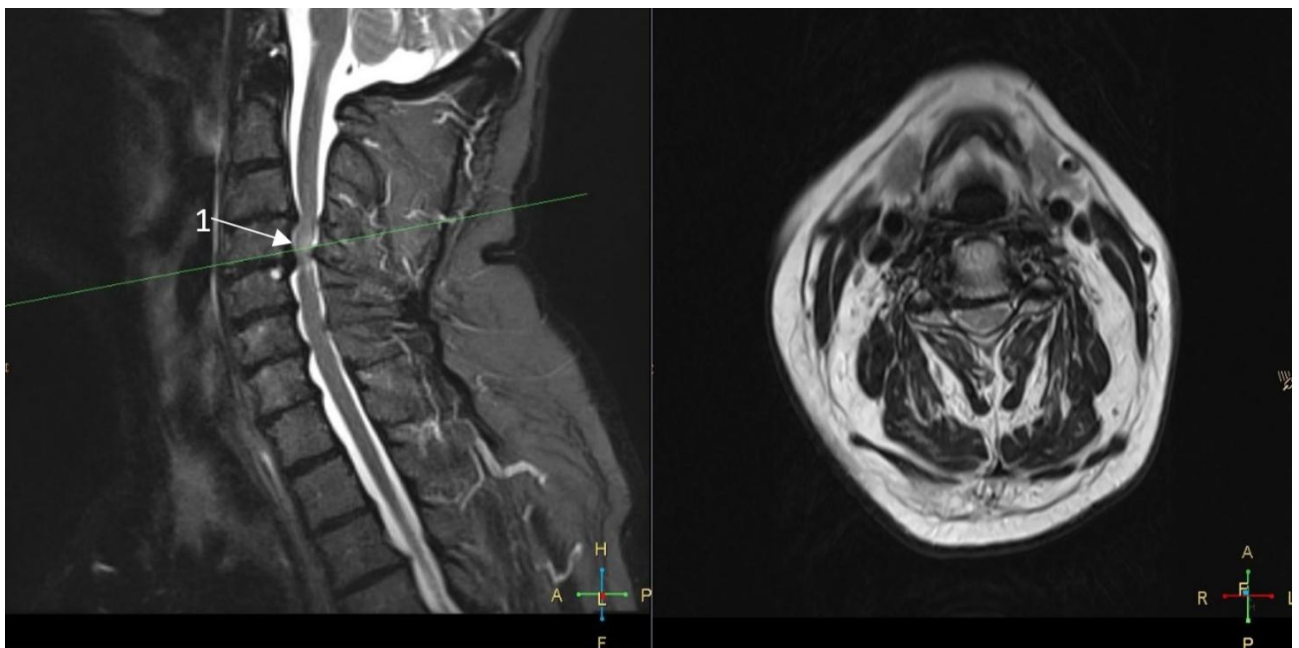


Рисунок 31 – МРТ шейного отдела позвоночника пациента А. (и/б 25494/С2024), сагитальная (а), аксиальная (б) проекции: 1- очаг миелоишемии в спинном мозге на уровне С3-С4

Неврологический статус: мышечный тонус в конечностях не изменён. Мышечная сила в руках снижена до 4 баллов, преимущественно в дистальных отделах; отмечались незначительные нарушения мелкой моторики. В ногах сила 4

балла с обеих сторон. Глубокие рефлексy с бицепсов S<D, с трицепсов D=S, карпо-радиальный рефлекс снижен D=S, коленный рефлекс оживлен D=S, ахилловы D=S. Патологический стопный симптом Бабинского с обеих сторон. Поверхностная чувствительность: гипестезия по проводниковому типу с уровня C7. Ограничение подвижности в шейном отделе позвоночника. Императивные позывы к мочеиспусканию.

В рамках доменов МКФ преимущественно отмечались лёгкие нарушения (b1301 «мотивация»; b7306 «сила всех мышц тела»; d440 «точные движения кисти»), а также умеренные (d920 «отдых и досуг»); выраженные нарушения регистрировались в (b2801 «боль в части тела»).

Для оценки функциональных изменений проводимости на уровне шейного отдела спинного мозга было проведено исследование соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) (Таблица 25, 26).

Таблица 25 – Результаты исследования ССВП при стимуляции срединных нервов рук до операции

Рука, n. medianus	ЛТ, мс			МПИ, мс			Амплитуда, мкВ
	N9	N13	N20	N9-N13	N13-N20	N9-N20	N20/P23
Sin	10,7	14,6 (+10,3%)	19,6	3,84	5,03 (-13,3%)	8,86	1,69
Dex	8,48	12,6	20,7	4,1 (+17%)	8,09 (+39,4%)	12,2 (+32,4%)	1,57

Таблица 26 – Результаты исследования ССВП при стимуляции нервов ног до операции

Hora, n. Tibialis	ЛТ, мс		МПИ, мс
	N22	P38	N22-P38
Sin	22,1	36,4	14,3
Dex	21,1	38,9	17,8

При проведении ТМС исследования верхних конечностей до оперативного вмешательства: ВЦМП 10,4 мс справа, 8,4 мс слева.

Хирургическое лечение:

Пациенту выполнили ламинастику по Hirabayashi («open the door») на уровне C4-C5, заднюю декомпрессию спинного мозга и корешков спинномозговых нервов на уровне C3-C4, C4-C5. В раннем послеоперационном периоде пациент получал стандартную реабилитационную терапию и необходимую фармакотерапию.

Через 6 месяцев отмечалась положительная динамика: мышечная сила и чувствительность в верхних конечностях улучшились, при этом сохранялась умеренная слабость в левой руке до 4 баллов в дистальных отделах; слабость в ногах сохранялась до 4 баллов. Боль в шейном отделе в первые месяцы снизилась до 4 баллов по ВАШ, затем усилилась до 7 баллов. Объем активных движений в шейном отделе восстановился полностью.

По результатам клинико-неврологического обследования через 6 месяцев после операции отмечалось умеренное улучшение функционального состояния по шкале mJOA на 1 балл, двигательной функции по шкале ASIA на 5 баллов и отсутствие изменений по опроснику EQ-5D-3L. Также наблюдалось изменение нейрофизиологических показателей.

Дополнительно зафиксирована незначительная динамика по МКФ в ряде доменов: b1301 («мотивация»), d920 («отдых и досуг»). В отдельных доменах сохранялись легкие нарушения, в частности b7306 «сила всех мышц тела»; d440 «точные движения кисти»; выраженные в (b2801 «боль в части тела»).

Соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП):

- Правый n. medianus: N13 латентность увеличилась на 10% (ухудшение), N13–N20 +18,5% (ухудшение); амплитуда до 0,7 мкВ;
- Левый n. medianus: N13–N20 +27,5% (ухудшение); амплитуда до 1,2 мкВ (улучшение);
- Нижние конечности: умеренная положительная динамика слева, отрицательная справа

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС):

- Правая рука: укорочение латентности корковых и сегментарных ответов, ВЦМП с 10,4 до 6,9 мс, снижение амплитуды – нарушение функции мотонейронов;

- Левая рука: небольшое увеличение латентности, ВЦМП без изменений;

При анализе морфометрических и клинико-амнестических показателей до операции с использованием бинарной логистической регрессионной модели, прогнозирующей исход качества жизни по EQ-5D-3L через 6 месяцев после лечения, определен низкий шанс восстановления качества жизни ($P = 1,73\%$).

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) * 100\%, \quad z = -0,216 + 0,561 * X_{\text{ПК}} - 0,195 * X_{\text{Д}}$$

где P – вероятность улучшения по EQ5D-3L;

$X_{\text{ПК}}$ – передне-задний размер позвоночного канала (мм.);

$X_{\text{Д}}$ – длительность заболевания (мес.).

Таким образом, клинико-инструментальное обследование пациента через 6 месяцев после оперативного вмешательства на шейном отделе позвоночника по поводу СШМ демонстрируют незначительное восстановление нарушенных функций и слабую динамику болевого синдрома. Полученные данные, наряду с неблагоприятным прогнозом качества жизни, свидетельствуют о целесообразности назначения комплексного реабилитационного лечения для достижения наилучших функциональных исходов.

Клинический случай №2. Пациент Н., 46 лет, в плановом порядке поступил в нейрохирургическое отделение с жалобами на постоянную умеренную боль в шейном отделе позвоночника (до 6 баллов по ВАШ), усиливающуюся при поворотах головы; онемение по левой стороне тела, от уровня лопатки до стопы, а также на прогрессирующую слабость в правой руке и неустойчивость и шаткость при ходьбе, слабость правой стопы. Помимо этого, пациента беспокоили нарушения мочеиспускания в виде ощущения неполного опорожнения мочевого пузыря и редких эпизодов недержания мочи, а также слабость в правой руке (Каледа П.В. и др., 2025).

Из анамнеза известно, что первые симптомы заболевания появились около года назад до госпитализации и первоначально проявлялись болевым синдромом по задней поверхности шеи. Возникновение боли пациент связывал с обострением хронического тонзиллита, однако через два месяца в октябре 2023 г. стал отмечать появление онемения по левой стороне тела от уровня лопатки до стопы, слабость в правой верхней конечности и шаткость при ходьбе. Обратился к неврологу по месту жительства, где ему была назначена терапия с использованием противовоспалительных, сосудистых препаратов и витаминов группы В. Тем не менее, несмотря на лечение, состояние со временем прогрессирующе ухудшалось. Стала беспокоить походка, усилилась шаткость при ходьбе, при подъеме и спуске по лестнице требовались поручни. В ноябре было выполнено МРТ исследование шейно-грудного отдела позвоночника, по результатам которого был выявлен многоуровневый стеноз позвоночного канала на уровне C5-C7 с очагом миелопатии на уровне C6-C7 (Рисунок 32).

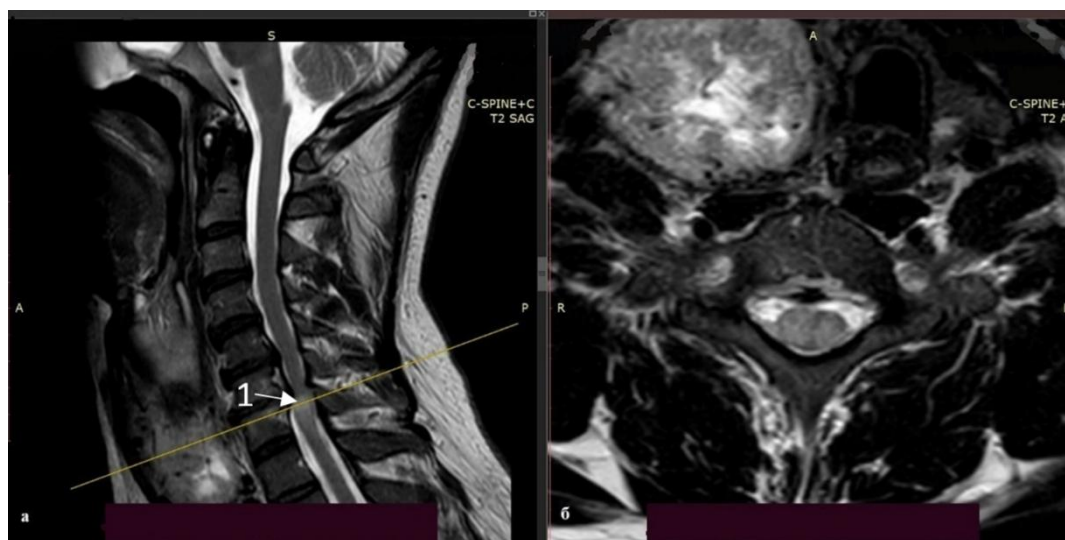


Рисунок 32 – МРТ шейного отдела позвоночника пациента Н. (и/б 19658/C2024) сагитальная проекция (а), аксиальная (б): 1- очаг миелоишемии в спинном мозге на уровне C6-C7

В неврологическом статусе до операции выявлена спинальная симптоматика в виде нижнего спастического парапареза, проводниковых расстройств чувствительности с уровня Th4 с двух сторон, тазовых расстройств в виде ощущения неполного опорожнения мочевого пузыря и эпизодов недержания мочи.

Также отмечался правосторонний парез мышц верхней конечности (4 баллов) с умеренным снижением мышечной силы в дистальных отделах ног. Мышечной тонус был изменен по пирамидному типу в ногах. Выявлялись патологические симптомы: Бабинского справа и Гоффмана с обеих сторон. Таким образом выявленная клиническая картина вместе с данными МРТ исследования соответствовала картине спондилогенной шейной миелопатии.

Уровень неврологического дефицита по шкале mJOA до операции составлял 10 баллов; степень нарушения походки по шкале Nurick — 3 стадия; уровень мышечной силы по шкале ASIA–ISNCSCI — 72 балла; показатель качества жизни по EQ-5D-3L — 0,576.

В рамках доменов МКФ преимущественно отмечались лёгкие нарушения (b1301 «мотивация»; b7306 «сила всех мышц тела»; d440 «точные движения кисти»; b7603 «опорные функции»), а также умеренные (b2801 «боль в части тела»; b770 «функции стереотипа ходьбы»); реже регистрировались выраженные нарушения (d5400 «надевание одежды»; d920 «отдых и досуг»).

Для оценки функциональных изменений проводимости на уровне шейного отдела спинного мозга и выбора оптимальной тактики хирургического лечения было проведено исследование соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) (Таблица 27, 28).

Таблица 27 – Результаты исследования ССВП при стимуляции срединных нервов рук до операции

Рука, n. medianus	ЛТ, мс			МПИ, мс			Амплитуда, мкВ
	N9	N13	N20	N9-N13	N13-N20	N9-N20	
Sin	9,55	13	18,3	3,44	5,29 (-8,76%)	8,73	3,91
Dex	9,81	12,5	20,4	2,65 (-24,4%)	7,94 (+36,9%)	10,6 (+15%)	6,77 (+142%)

Таблица 28 – Результаты исследования ССВП при стимуляции нервов ног до операции

Нога, n. Tibialis	ЛТ, мс		МПИ, мс
	N22	P38	
Sin	21,3	39,6	18,3
Dex	20,5	40,9	20,4

При проведении ТМС исследования верхних конечностей до оперативного вмешательства: ВЦМП 11,6 мс справа, 7,8 мс слева.

С учетом полученных данных пациенту проведена операция - дискэктомия С6–С7 с рассечением задней продольной связки, передний межтеловой корпорорез С6–С7 титановым имплантом. В раннем послеоперационном периоде пациент получал обезболивание по требованию, в последующем проходил реабилитацию без данной терапии.

В связи с сохранением неврологического дефицита в раннем послеоперационном периоде пациенту была назначена комплексная реабилитационная программа. Общей целью было восстановление функции верхней конечности, ходьбы и коррекция нарушений самообслуживания (одевание/раздевание, уход за собой). Помимо традиционного реабилитационного курса, включавшего занятия ЛФК, массажа, проводилось лечение с использованием аппарата биологической обратной связи «PABLO Hand sensor» (Tyromotion GmbH, Австрия) для тренировки мелкой моторики кистей рук, а также курс низкоинтенсивной лазеротерапии на послеоперационную рану с целью уменьшения болевого синдрома и стимуляции процессов заживления. Реабилитационный курс был рассчитан на 10 сеансов, с продолжительностью каждой сессии по 46 минуты. Основное внимание уделялось восстановлению активных движений в мышцах-сгибателях и разгибателях пальцев и запястья, а также проработки силы хвата для удержания предметов. Выполнение упражнений осуществлялось с постепенным увеличением темпа и интенсивности нагрузки. Тренировочный процесс включал два последовательных этапа. На первом этапе проводилась оценка силы захвата и объёма активных движений в суставах кистей и пальцев с использованием «PABLO Hand sensor». На втором этапе пациент выполнял тренировочные задания в интерактивной среде с использованием игровых программ, выбор которых определялся поставленными реабилитационными задачами. В рамках тренировок применялись игровые программы: «Пожарная команда» и «управление лифтом», предусматривающая

точечное управление струёй воды/лифтом с использованием силы хвата (Рисунок 33).

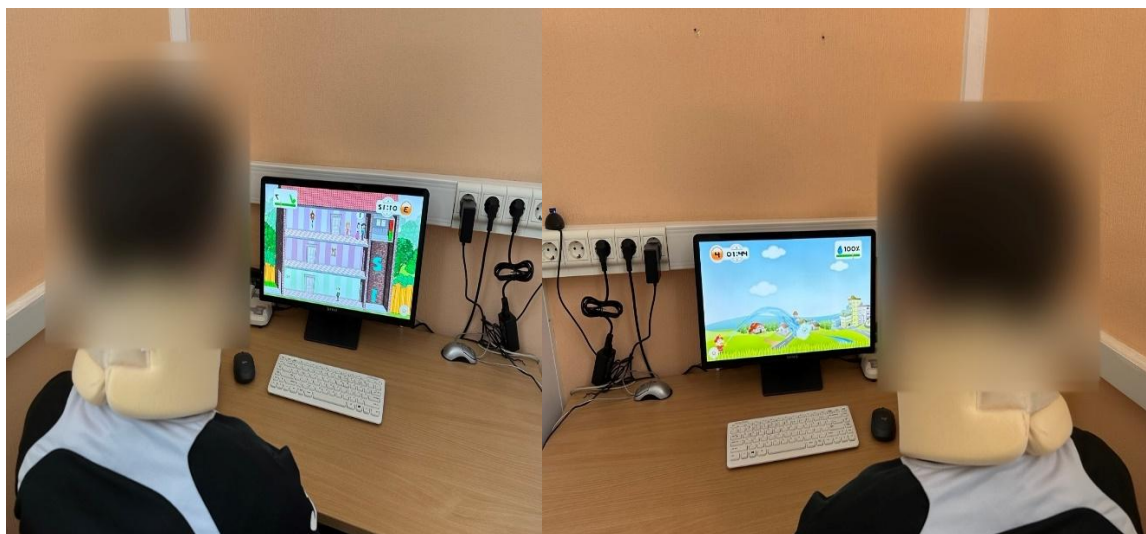


Рисунок 33 – Тренировка на аппарате с биологической обратной связью Pablo System

По завершении курса реабилитации отмечена выраженная положительная динамика в виде снижения интенсивности болевого синдрома в шее до 2 баллов по ВАШ, а также увеличения объёма движений в шейном отделе позвоночника.

Через 6 месяцев после оперативного вмешательства при клинико-неврологическом обследовании выявлено дальнейшее уменьшение спастичности в нижних конечностях. Мышечная сила в верхних конечностях восстановилась до 5 баллов ($D=S$), в то время как в нижних конечностях сохранялся лёгкий дистальный паразетез с мышечной силы до 4 баллов ($D=S$). Нарушенная чувствительность в руках восстановилась, в ногах сохранялись элементы нарушения чувствительности (гипестезия) по проводниковому типу.

По результатам клинико-неврологического обследования отмечена положительная динамика функционального состояния: увеличение показателя по шкале mJOA на 4 балла, улучшение двигательной функции по шкале ASIA на 6 баллов, регресс нарушений походки до 2 стадии по шкале Nurick, а также повышение индекса качества жизни по EQ-5D-3L до 0,811.

Дополнительно зафиксирована положительная динамика по МКФ с тенденцией к отсутствию/минимальной выраженности нарушений в ряде доменов:

b1301 («мотивация»), b2801 («боль в части тела»), b7306 («сила всех мышц тела»), b7603 («опорные функции»), b770 («функции стереотипа ходьбы»), d440 («точные движения кисти»). В отдельных доменах сохранялись умеренные нарушения, в частности d5400 («надевание одежды») и d920 («отдых и досуг»).

Соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП):

- Правый n. medianus: N13-N20 -18,8% латентность (улучшение); амплитуда до 0,7 мкВ, левый без изменения.
- Нижние конечности: умеренная положительная динамика справа N22-P38 -19,1%, правый без изменения.

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС):

- Правая рука: укорочение латентности корковых и сегментарных ответов, ВЦМП с 11,6 до 7,2 мс;
- Левая рука: небольшое укорочение ВЦМП с 7,8 до 6,9 мс;

При анализе морфометрических и клинико-амнестических показателей до операции с использованием бинарной логистической регрессионной модели, прогнозирующей исход качества жизни по EQ-5D-3L через 6 месяцев после лечения, определен сниженный шанс восстановления качества жизни ($P = 41,1\%$).

$$P = 1 / (1 + e^{-z}) * 100\%, z = -0,216 + 0,561 * \text{ХПК} - 0,195 * \text{ХД}$$

где P – вероятность улучшения по EQ-5D-3L;

ХПК– передне-задний размер позвоночного канала (мм);

ХД– длительность заболевания (мес.).

Представленный клинический случай демонстрирует обоснованность и эффективность комплексного подхода с использованием методик БОС и НИЛТ в восстановительном лечении пациентов с шейной миелопатией в раннем реабилитационном периоде. Применение такого подхода способствовало значимому улучшению неврологического статуса, восстановлению мелкой моторики, качества жизни пациентов и более раннему снижению болевого синдрома.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В последние годы отмечается стремительное развитие доказательной медицины, направленной на повышение качества оказываемой медицинской помощи. Это достигается за счет внедрения в клиническую практику исключительно тех методов профилактики, диагностики и лечения, эффективность и безопасность которых подтверждена клиническими исследованиями с высоким уровнем доказательности (Попелянский Я. Ю., 1974; Гуца А.О., Юсупова А.Р., 2021; Брётц Д., Веллер М., 2021).

На сегодняшний день дегенеративные заболевания шейного отдела позвоночника, осложнённые развитием шейной миелопатии, сохраняют высокую клиническую и социальную значимость, что обусловлено прогрессирующим неврологическим дефицитом, потерей трудоспособности и снижением качества жизни пациентов. Многочисленными рандомизированными контролируемыми исследованиями и мета-анализами получены неоспоримые доказательства эффективности современного оперативного вмешательства в улучшении функционального статуса и предотвращении дальнейшего прогрессирования неврологического дефицита (Fehlings M. G. et al., 2017; Fasinella M. R. et al., 2025; Lozano C. S. et al., 2026). Вместе с тем следует подчеркнуть, что даже при успешно выполненной операции у большинства пациентов сохраняются функциональные нарушения, требующие длительной реабилитации (Brannigan J. et al., 2025). Физиологические механизмы, лежащие в основе данного процесса, во многом обусловлены длительно существующих компрессионно-циркуляторных нарушений в спинномозговом кровообращении, приводящих к структурным нарушениям.

Целью данной работы явилось улучшение результатов комплексного лечения пациентов в раннем восстановительном периоде после декомпрессивных операций по поводу шейной спондилогенной миелопатии. Следует подчеркнуть, что именно оказание помощи в ранний послеоперационный период определяет клинически

значимый функциональных исход восстановления. По мнению ряда авторов, клиническое улучшение после декомпрессивной операции возможно, благодаря нейробиологическим процессам, реализующихся за счет нейропластических перестроек - нормализации активности микроглии, изменения синаптических контактов, спрутинга дендритов в определенных зонах спинного мозга (Dhillon R. S. et al., 2016; Akter F. et al., 2020; Chen G. et al., 2023; Bonosi L. et al., 2023)

Нами проведено комплексное обследование 90 пациентов с диагностированной СШМ по данным клинико-инструментального обследования. Все пациенты, принимавшие участие в исследовании методом простой рандомизации с использованием таблицы случайных чисел, были распределены на три группы: сравнения БОС+НИЛТ (n=30), сравнения БОС (n=30), контрольная (n=30). Помимо клинико-неврологического обследования, протокол включал анализ нейрофизиологических и нейровизуализационных данных, стандартизованную оценку по шкалам, опросникам и категориям МКФ. Дополнительно проведен анализ клинико-anamнестических данных и факторов риска, влияющих на восстановление в зависимости от выбранной программы реабилитации, а также оценен психоэмоциональный статус и показатели качества жизни.

Обращало на себя внимание преобладание мужчин в исследуемой выборке (63,3% против 36,7% женщин) при среднем возрасте 57 лет. Длительность заболевания от появления первых симптомов до оперативного лечения была свыше 1 года (n=47; 52,2%), что косвенно отражает характерное для СШМ постепенное, медленно прогрессирующее течение развития неврологического дефицита. Аналогичные данные были получены и в ряде других исследований (Baumann A. N. et al., 2023).

Следует подчеркнуть, что часть пациентов испытывала затруднения при указании точного времени появления первых симптомов, что, по нашему мнению, напрямую связано со стёртой, малосимптомной клинической картиной на начальных этапах дегенеративной шейной миелопатии. Так на ранней стадии заболевания нередко доминируют неспецифические проявления - эпизодическая

боль в области шеи, преходящее онемение или парестезии в пальцах кисти, периодическая неустойчивость при ходьбе, - которые могут трактоваться пациентами как «возрастные нарушения» и долгое время оставаться без должного внимания (Milligan J. et al., 2019; Malone A. et al., 2025).

Полученные нами данные свидетельствуют о высокой частоте наличия двигательных и чувствительных нарушений в верхних конечностях у данной группы больных. Так, расстройства чувствительности были зарегистрированы у 88 пациентов, при этом в 95,5% случаев они отмечались в верхних конечностях. Аналогичная тенденция прослеживалась и с двигательными нарушениями: у 76 пациентов с двигательными расстройствами тетрапарез был выявлен у 31 (40,8%) пациентов. Наши выводы согласуются с данными Z. Jiang et al. (2024), продемонстрировавших, что наиболее частыми симптомами при СШМ помимо нарушения походки выступают чувствительные расстройства верхних конечностей, что в последующем определяет объем функциональных ограничений и обуславливает необходимость применения реабилитационных методик, направленных на улучшение функции верхних конечностей.

При сопоставлении наших результатов с опубликованными данными литературы можно сделать вывод о том, что функциональные нарушения в верхних конечностях при шейной миелопатии носят не случайный, а закономерный характер (Liang G. et al., 2025). Так, в классическом исследовании B.W. III Chiles и соавт. (1999) наиболее частыми предоперационными жалобами были на нарушение чувствительности в верхних конечностях (82,9%) и ухудшение функции кисти (75%). В свою очередь, по данным крупного ретроспективного исследования J.K. Houten и соавт. (2019), варианты миелопатии без симптомов со стороны рук встречаются редко - порядка 1% среди оперированных пациентов, что дополнительно подчёркивает клиническую значимость поражения верхних конечностей в структуре заболевания.

В раннем послеоперационном периоде двигательные нарушения сохранялись у 75 пациентов (83,3%), чувствительные – у 83 пациентов (92,2%). Несмотря на уменьшение числа пациентов с тетрапарезом до 26 человек (34%), у значительной

части больных сохранялись разные варианты двигательных расстройств. Среди чувствительных нарушений чаще всего регистрировался болевой синдром – у 77 пациентов (85,6%). Сходные результаты приведены в работах V. Karthikeyan et al. (2026) и S. Elbhrawy et al. (2021), где описана высокая частота сохранения неврологических нарушений в раннем послеоперационном периоде у пациентов с шейной миелопатией. Эти наблюдения указывают на потребность в полноценной реабилитации данной группы пациентов.

Всем пациентам, вошедшим в исследование, на этапе первичного обследования формировался реабилитационный диагноз на основе МКФ. Такой порядок согласуется с современным подходом к развернутой оценке функциональных нарушений и последующему построению реабилитационной программы (Мельникова Е. В. и др., 2017; Шмонин А. А. и др., 2017; Иванова Г. Е. и др., 2018). Применение МКФ позволило выявить динамику повседневной активности, самообслуживания и мобильности, а также оценить степень независимости пациента в бытовых условиях. Данный подход согласуется с позицией Г.Е. Ивановой и соавт. (2018), подчёркивающих, что МКФ обеспечивает комплексную характеристику выраженности функциональных и структурных нарушений и одновременно позволяет оценивать способность пациента к выполнению конкретных действий в повседневной жизни (ходьба, одевание, приём пищи, приготовление еды и др.), а также степень его участия в жизни общества. Анализ оценки пациентов по МКФ после оперативного лечения показал наибольшую долю нарушений умеренной и тяжелой степени в доменах b2801 - «боль в части тела» (58,9%); b770 - «функции стереотипа ходьбы» (62,3%); d5400 - «надевание одежды» (71,1%), а также по домену d920 - «отдых и досуг» (75,6%).

При анализе динамики показателей функционирования по доменам МКФ за 6-месячный период наблюдения в сравниваемых группах отмечалось увеличение доли обследуемых без нарушения функций или с нарушениями легкой степени. Наиболее показательным представляется домен d440, отражающий функцию кисти: статистически значимое улучшение при внутригрупповом сравнении между двумя этапами наблюдения «до операции – 6 месяцев после операции» было

достигнуто только в группе «БОС+НИЛТ» ($p=0,015$). Представленные нами данные указывают, что именно сочетанное применение «БОС и НИЛТ» ассоциировалось с клинически значимым улучшением по данному домену МКФ, что имеет принципиальное значение с учётом высокой частоты наличия нарушений в верхних конечностях при спондилогенной шейной миелопатии. Сходные данные были получены в ряде зарубежных исследований по эффективности применения БОС терапии в реабилитации больных после декомпрессивной операции. Так, в клиническом исследовании V.B. Raju и соавт. (2025) показано, что 4-недельный курс терапии с применением VR биологической обратной связи, сопровождался достоверным и клинически значимым улучшением функции кистей рук ($p<0,001$). При проведении научного поиска не было обнаружено достаточного числа публикаций, детально описывающих механизм восстановления нарушенных функций верхних конечностей при использовании данной методики. Вместе с тем большинство авторов сходятся во мнении, что данный эффект может быть обусловлен через активизацию внутренних резервов организма, обучению принципам самоконтролю и саморегуляции ряда физиологических функций организма. Прежде всего, БОС может способствовать восстановлению двигательной функции за счет активации процессов «моторной адаптации»: пациент в режиме реального времени получает объективную информацию о параметрах движения (точность, темп, амплитуда, сила), что облегчает выявление и коррекцию ошибок, тем самым формируя правильный двигательный акт. Дополнительным фактором может выступать поэтапное увеличение уровня сложности упражнений и наглядная визуализация прогресса, что повышает приверженность и вовлечённость пациента в тренировочный процесс.

Не менее значимым представляется влияние занятий БОС на чувствительную сферу, прежде всего на проприоцептивный компонент сенсомоторного контроля. По данным ряда авторов, занятия БОС улучшают суставно-мышечное чувство и ощущение вибрации, то есть ключевые компоненты глубокой чувствительности, которые непосредственно определяют точность и согласованность движения пальцев и кистей рук (Aman J. E. et al., 2015; He J. et al., 2022; Kitai K. et al., 2025).

Кроме того, в рамках современных представлений о нейропластичности предполагается, что тренировка с обратной связью способствует функциональной реорганизации в сохранённых нейронных сетях - как на корковом, так и на сегментарном уровне, - за счёт перестройки синаптических контактов и усиления функционально значимых связей (Lynskey J. V. et al., 2008; Wang W. et al., 2010).

Также, в проведенном нами исследовании во всех клинических группах отмечалась статистически значимая положительная динамика по домену b2801 «боль в части тела», что выражалось в увеличении доли пациентов с отсутствием либо минимальной выраженностью болевого синдрома за 6-месячный период наблюдения. Вместе с тем принципиально важно, что в группе БОС+НИЛТ указанная динамика становилась статистически значимой уже при сравнении этапов «до лечения - через 3 месяца»; сходный профиль улучшений был получен и по ряду других доменов МКФ: b1301 «мотивация», b770 «функции стереотипа ходьбы», d920 «отдых и досуг». Подобная динамика дает основания предполагать, что комбинированная методика не только способствует регрессу имеющихся неврологических нарушений, но и обеспечивает более быстрое уменьшение выраженности симптомов, ограничивающих активность и участие пациента в реализации реабилитационной программы. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований, в которых показано, что НИЛТ способна оказывать значимый анальгетический эффект при цервикалгии и цервикобрахиалгии: метаанализ рандомизированных исследований продемонстрировал уменьшение интенсивности боли как в остром периоде, так и при хроническом течении с сохранением эффекта в среднесрочной перспективе (Chow R. T. et al., 2009). В двойном слепом плацебо-контролируемом РКИ у пациентов с острой болью в шее и с радикулопатией применение НИЛТ сопровождалось более выраженным уменьшением болевого синдрома в руке по сравнению с группой плацебо (Konstantinovic L.M. et al., 2010). Некоторые авторы связывают данный анальгетический эффект действия НИЛТ с фотохимическим воздействием на митохондриальные хромофоры, с последующим повышением продукции АТФ и активных форм кислорода, которые влияют на клеточный метаболизм и факторы

транскрипции, что в свою очередь может снижать выраженность ноцицептивного и нейропатического компонентов боли (Farivar S. et al., 2014). Остается до конца не ясным механизм влияния НИЛТ на улучшение по следующим доменам: мотивация, функции стереотипа ходьбы и отдых, и досуг; однако наиболее вероятным представляется опосредованный путь через ранее снижение болевого синдрома и улучшение переносимости физической активности, что приводит к повышению вовлеченности пациента в тренировочный процесс и способствует расширению повседневной активности. В пользу данной гипотезы выступают данные клинических работ, где снижение выраженности боли на фоне применения НИЛТ сопровождалось улучшением качества жизни (Navarro-Ledesma. S. et al., 2024).

В ходе проведенного нами исследования показано, что более низкие исходные значения времени центрального моторного проведения (ВЦМП) до операции ассоциированы с более выраженным улучшением показателей качества жизни по EQ-5D-3L в течение 6-месячного периода наблюдения ($p=0,01$). Мы считаем, что данный показатель может рассматриваться как нейрофизиологический маркер сохранности проводниковой функции кортикоспинальных путей, ассоциированный с возможностью клинически значимого восстановления в послеоперационном периоде. Кроме того, были выявлены сильные обратные корреляционные связи баллов по шкале mJOA к концу наблюдения со следующими нейрофизиологическими параметрами: ВЦМП для правой руки ($r=-0,431$; $p=0,002$) и левой руки ($r=-0,506$; $p<0,001$), а также с показателями ССВП - латентность N20 (правая рука: $r=-0,471$; левая рука: $r=-0,498$; $p<0,001$). Сходные данные были получены у ряда других авторов (Mazur M. D. и соавт. (2014), Deftereos S. N. и соавт. (2015)), продемонстрировавших прогностическую ценность параметров ТМС в отношении отдаленного функционального исхода; при этом у данных показателей отмечалась более высокая прогностическая связь по сравнению с другими морфометрическими МРТ-данными. Однако итоги ряда исследований (Jaskolski D. J., 1989; Tetreault L. A. et al., 2015) не вполне согласуются с результатами наших данных, что, по-видимому, связано с различиями в дизайне, критериях исхода и

выбранных оценочных шкал и, следовательно, требуется дальнейшее изучение этого вопроса на более крупных выборках.

Согласно полученным нами данным, отмечалась тенденция к более благоприятному функциональному исходу по динамике баллов mJOA при стратификации «улучшение/нет улучшения» при большем передне-заднем размере позвоночного канала и более коротком анамнезе заболевания; однако данные тенденции не достигли уровня статистической значимости в рамках проведенного исследования. Также нами предполагалась прогностическая роль возраста и индекса массы тела в отношении функционального исхода по mJOA и EQ-5D-3L, однако в проведенном исследовании статистически значимых зависимостей выявлено не было. Вместе с тем результаты корреляционного анализа показали положительную связь баллов шкалы mJOA к концу 6 месячного наблюдения с передне-задним размером позвоночного канала ($r=0,253$; $p=0,018$) и отрицательную - с возрастом пациентов ($r=-0,249$; $p=0,018$). Следует подчеркнуть, что в литературе влияние этих факторов оценивается неоднозначно; вместе с тем в большинстве публикаций более старший возраст и большая длительность заболевания ассоциируются с менее выраженной положительной динамикой по оцениваемым шкалам (Suzuki A. et al., 2009; Karpova A. et al., 2013). Помимо этого, нами не была обнаружена взаимосвязь между модифицируемыми факторами риска и сопутствующей соматической патологии с исходами реабилитационного лечения, тогда как в отдельных исследованиях, например, курение ассоциировалось с менее благоприятным исходом по шкале Нурика ($p < 0,001$) (Kusin D. J. et al., 2015).

В ходе проведенного исследования установлено, что у пациентов группы сравнения (БОС+НИЛТ) через 6 месяцев наблюдения отмечались статистически значимо более высокие показатели качества жизни по EQ-5D-3L ($p=0,028$) и более низкий уровень депрессии и тревоги по шкале Бека ($p=0,022$) по сравнению с другими группами. Мы считаем, что полученные данные отражают комплексный эффект реабилитационного лечения, затрагивающий не только неврологический компонент, но и психоэмоциональную сферу. Проведя поиск по доступным литературным источникам, мы не обнаружили исследований, описывающий

данный эффект; лишь в одной обзорной статье авторы (Rahman M. et al., 2024) описывали улучшение показателей по шкале SF-36 после проведенного реабилитационного лечения. Наши данные представляются интересными и указывают на целесообразность дальнейших, более масштабных исследований, направленных на оценку психоэмоционального состояния и качества жизни пациентов на фоне проведенного послеоперационного реабилитационного лечения.

В ходе проведённой работы нами также было установлено клинически значимое улучшение показателя шкалы mJOA во всех сравниваемых группах в течение 6-месячного наблюдения после оперативного вмешательства. Вместе с тем при анализе динамики балла по mJOA («нет улучшения/улучшение ≥ 3 баллов») статистически значимое преимущество было выявлено в группе сравнения «БОС+НИЛТ» через 6 месяцев наблюдения ($p=0,029$) по сравнению с контрольной группой, что указывает на более выраженное восстановление при использовании комбинированной реабилитационной программы. Данный вывод дополнительно подтверждается положительной динамикой по другим клинически значимым показателям, включая EQ-5D-3L ($p=0,028$), Бека ($p=0,022$), а также по ряду доменов МКФ («мотивация» ($p=0,03$), «боль в части тела» ($p<0,001$), «функции стереотипа ходьбы» ($p<0,001$), «точные движения кисти» ($p=0,015$), «надевание одежды» ($p<0,001$), «отдых и досуг» ($p<0,001$), отражающих повседневную активность и участие пациентов.

Мы предполагали, что значимые клинические различия между группами будут сопровождаться более выраженной положительной динамикой по нейрофизиологическим показателям ССВП и ТМС. Действительно, по итогам межгруппового сравнения через 6 месяцев наблюдения были получены статистически значимые различия по отдельным нейрофизиологическим параметрам; однако при более детальном анализе динамики изменений между этапами наблюдения значимых различий между группами выявлено не было. Однако группа БОС+НИЛТ в ходе исследования продемонстрировала отчетливую тенденцию к более выраженному улучшению показателей по сравнению с другими группами. Мы считаем, что данное обстоятельство может указывать на

сопоставимое восстановление проводящих путей по данным ССВП и ТМС исследований. И хотя в ряде публикаций описана положительная динамика по нейрофизиологическим параметрам, следует подчеркнуть, что в большинстве работ она рассматривалась преимущественно, как эффект хирургической декомпрессии, без оценки вклада реабилитационного вмешательства в послеоперационном периоде (Carone F. et al., 2013; Nakanishi K. et al., 2014).

Для оценки влияния методов восстановительного лечения на функциональный исход через 6 месяцев был выполнен многофакторный регрессионный анализ, в ходе которого нами были выявлены факторы, ассоциированные с наилучшим восстановлением по шкале mJOA на фоне проведённого реабилитационного лечения. Поскольку фактор лечения включал три категории (базовая программа реабилитации, базовая + БОС, базовая + БОС + НИЛТ), анализ проводили в виде двух парных моделей, в которых каждую из основных групп сравнивали с контрольной. При сравнении моделей установлено значимое влияние использования в реабилитации БОС + НИЛТ на восстановление по mJOA ($p < 0,001$). Помимо этого, при оценке предикторов вне зависимости от группы реабилитационного лечения установлено, что наиболее значимым фактором, ассоциированным с более благоприятным исходом по mJOA, являлся передне-задний размер позвоночного канала и ИМТ. ($p < 0,001$). Также нами была построена бинарная логистическая регрессия в зависимости от исхода по индексу EQ-5D-3L (есть улучшение/нет улучшения), по результатам которой увеличение передне-заднего размера позвоночного канала ассоциировалось с повышением вероятности улучшения качества жизни по EQ-5D-3L в течение 6 месяцев (ОШ = 1,7; 95% ДИ: 1,01–3,06), тогда как увеличение длительности заболевания — с её снижением (ОШ = 0,82; 95% ДИ: 0,75–0,90), при этом чувствительность и специфичность составили 77% и 92% соответственно.

Полученные данные позволяют предположить, что включение НИЛТ в программу реабилитации с БОС ассоциировано с более выраженным улучшением по шкале mJOA и индексу EQ-5D-3L, тогда как изолированное применение

методики БОС не продемонстрировало статистически значимого преимущества по сравнению с контрольной группой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на значительный прогресс современной медицины в диагностике и хирургическом лечении дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника, спондилогенная шейная миелопатия остается одной из значимых причин развития стойких неврологических нарушений, снижающих активность и качество жизни у пациентов трудоспособного и пожилого возраста. В научной литературе накоплен значительный объём данных о роли клиничко-анамнестических факторов в прогнозировании функционального исхода после декомпрессивной операции; вместе с тем остается недостаточно изученным вопрос о том, в какой мере указанные факторы непосредственно влияют на эффективность выбранного реабилитационного лечения. Помимо этого, в настоящее время в реабилитационный процесс активно внедряется широкий спектр инновационных аппаратных методик, что формирует предпосылки для повышения эффективности реабилитационных программ. Однако доказательная база, подтверждающая целесообразность и клиническую значимость включения таких технологий в стандартные схемы послеоперационной реабилитации при дегенеративной шейной миелопатии, остаётся недостаточной и требует дальнейшего изучения.

В настоящем исследовании проведена оценка эффективности сочетанных методов восстановительного лечения у пациентов с СШМ в раннем послеоперационном периоде. В проспективное исследование было включено 90 пациентов с подтверждённым диагнозом «спинальная шейная миелопатия» по клиническим и инструментальным данным (в том числе при МРТ); протокол обследования включал клиничко-неврологическое обследование, анализ нейровизуализационных и нейрофизиологических показателей, оценку функционального статуса и качества жизни по стандартизированным шкалам и опросникам, а также оценку динамики ограничений активности и участия с использованием доменов МКФ. В процессе работы пациенты были распределены на три сопоставимые клинические группы: контрольную (n=30), группу БОС (n=30)

и комбинированную группу БОС+НИЛТ (n=30), с последующим наблюдением в течение 6 месяцев.

Анализ клинико-неврологической картины выявил у подавляющего большинства обследованных типичный для СШМ спектр двигательных и чувствительных нарушений. При этом обращало на себя внимание высокая частота поражения верхних конечностей: чувствительные нарушения регистрировались практически у всех пациентов (92,2%), преимущественно в верхних конечностях, а двигательный дефицит (83,3%) нередко носил многоуровневый характер, вплоть до тетрапареза (34%). Включение в реабилитационный процесс методов, направленных на улучшение неврологического дефицита и восстановление мелкой моторики верхних конечностей, было патогенетически обоснованным и клинически востребованным.

В ходе проведённого исследования нами был сформирован пул доменов МКФ, позволяющий более детально охарактеризовать нарушения функционирования, ограничения активности и участия у пациентов с дегенеративной шейной миелопатией. Анализ доменов МКФ «функции организма» и «активность и участие» показал, что наиболее выраженные ограничения были обусловлены болевым синдромом, нарушением ходьбы, затруднениями при выполнении бытовых действий (в частности надевании одежды), а также ограничениями в сфере отдыха и досуга. Так у значительной части пациентов регистрировалась высокая доля умеренных и тяжёлых нарушений по домену b2801 - «боль в части тела» (58,9%), b770 - «функции стереотипа ходьбы» (62,3%); d5400 - «надевание одежды» (71,1%), а также по домену d920 - «отдых и досуг» (75,6%).

При анализе динамики показателей функционирования по доменам МКФ за 6-месячный период наблюдения в сравниваемых группах отмечалось значимое увеличение доли обследуемых без нарушений либо с нарушением легкой степени. По домену d 440 «точные движения кисти» значимое улучшение в динамике за 6 месяцев было зарегистрировано исключительно в группе БОС+НИЛТ ($p=0,015$). Кроме того, во всех клинических группах выявлена статистически значимая положительная динамика по домену b2801 «боль в части тела» к концу наблюдения.

Однако в группе БОС+НИЛТ указанная динамика стала значимой уже через 3 месяца после проведенного лечения ($p<0,001$); схожие данные были получены и по ряду других доменов МКФ, включая b1301 «мотивация» ($p=0,03$), b770 «функции стереотипа ходьбы» ($p<0,001$), d920 «отдых и досуг» ($p<0,001$).

В контрольной и группе БОС по домену b7603 «функции опоры и ходьбы» отмечено статистически значимое увеличение доли пациентов с отсутствием либо минимальными нарушениями за период наблюдения. Однако при анализе бинарного исхода («улучшение/без улучшения») частота улучшения оказалась сопоставимой между группами, что, по-видимому, отражает исходное преобладание лёгких и умеренных нарушений (77,8%) и отсутствие необходимости в дополнительных средствах опоры у большинства обследованных. Кроме того, по домену d920 «отдых и досуг» доля пациентов с улучшением была достоверно выше в группе БОС+НИЛТ по сравнению с контрольной ($p=0,010$; $p_{1-3}=0,003$).

В ходе исследования были выявлены факторы, ассоциированные с более выраженной положительной динамикой по клиническим шкалам в послеоперационном периоде. Так, исходно более низкие значения времени центрального моторного проведения (ВЦМП) до операции были статистически значимо связаны с более выраженным улучшением индекса качества жизни по EQ-5D-3L к концу наблюдения ($p=0,01$). Вместе с тем по данным многофакторного регрессионного анализа показана значимая связь передне-заднего размера позвоночного канала и ИМТ с более выраженным улучшением неврологического статуса по шкале mJOA к концу 6 месяца наблюдения ($p<0,001$). Эти результаты были подтверждены данными корреляционного анализа: выявлена положительная связь баллов mJOA на последнем этапе наблюдения с передне-задним размером позвоночного канала ($r=0,253$; $p=0,018$) и отрицательная - с возрастом пациента ($r=-0,249$; $p=0,018$). Кроме того, определены сильные обратные корреляционные связи баллов mJOA к концу наблюдения с нейрофизиологическими параметрами: ВЦМП для правой руки ($r=-0,431$; $p=0,002$) и левой руки ($r=-0,506$; $p<0,001$), а также с показателями ССВП - латентностью N20 (правая рука: $r=-0,471$; левая рука: $r=-0,498$; $p<0,001$).

Согласно полученным нами данным, в течение 6-месячного периода наблюдения во всех сравниваемых группах отмечалась положительная динамика по основным клиническим шкалам ($p < 0,001$). Вместе с тем у пациентов группы БОС+НИЛТ к концу 6-го месяца регистрировалось статистически значимо более выраженное улучшение показателя mJOA ($p = 0,029$) и более высокий индекс качества жизни EQ-5D-3L ($p = 0,028$) по сравнению с контрольной группой. Схожая тенденция прослеживалась и по другим клинически значимым показателям: отмечено снижение выраженности уровня депрессии по шкале Бека ($p = 0,022$), а также более выраженная положительная динамика по доменам МКФ - b1301 «мотивация» ($p = 0,03$), b2801 «боль в части тела» ($p < 0,001$), b770 «функции стереотипа ходьбы» ($p < 0,001$), d440 «точные движения кисти» ($p = 0,015$), d540 «надевание одежды» ($p < 0,001$), d920 «отдых и досуг» ($p < 0,001$), что в совокупности отражает улучшение повседневной активности и участия. Данные выводы подтверждены результатами многофакторного анализа: при построении сопоставляемых моделей с учётом фактора принадлежности к группе установлено статистически значимое влияние комбинированного реабилитационного лечения БОС+НИЛТ на восстановление по шкале mJOA ($p < 0,001$). Кроме того, нами построена бинарная логистическая регрессия для исхода по EQ-5D-3L («есть улучшение/нет улучшения»), по результатам которой увеличение передне-заднего размера позвоночного канала ассоциировалось с повышением вероятности улучшения качества жизни по EQ-5D-3L в течение 6 месяцев (ОШ = 1,7; 95% ДИ: 1,01–3,06), тогда как увеличение длительности заболевания — с её снижением (ОШ = 0,82; 95% ДИ: 0,75–0,90). При этом диагностические характеристики модели составили: чувствительность — 77%, специфичность — 92%, что указывает на хорошую прогностическую ценность разработанной модели для оценки вероятности клинически значимого улучшения по EQ-5D-3L.

Данное исследование представляет собой один из этапов решения сложной клинической задачи - оптимизации методов восстановительного лечения после оперативного вмешательства у пациентов со СШМ. Разработанная комплексная программа ранней послеоперационной реабилитации, сочетающей метод

биологической обратной связи (БОС) для верхних конечностей с низкоинтенсивной лазерной терапией (НИЛТ), продемонстрировала клиническую эффективность. Включение данной программы в нейрореабилитационный процесс способствовало значимому улучшению неврологического статуса и качества жизни пациентов, более раннему снижению болевого синдрома и уровня депрессии. Перспективы дальнейших исследований, по нашему мнению, связаны с поиском и обоснованием наиболее эффективных схем сочетанного применения данной реабилитационной схемы с компонентами нейрометаболической и нейропротективной терапии, а также разработкой персонализированных алгоритмов их назначения в зависимости от клинико-нейрофизиологического, и возможно, нейровизуализационного профиля пациента.

ВЫВОДЫ

1. У пациентов со спондилогенной шейной миелопатией после оперативного лечения преобладают двигательные (83,3%) и чувствительные (92,2%) нарушения; болевой синдром – у (85,6%), а также гипестезия и парестезии в дистальных отделах верхних конечностей – у (91,1%) пациентов. Через 6 месяцев после хирургического лечения наблюдается положительная динамика по двигательным у (52%) и чувствительным нарушениям у (60%) пациентов; болевого синдрома — у 82,3%; гипестезии и парестезий — у 67,0% пациентов, а доля тетрапареза уменьшилась с 28,9% до 15,6% ($p<0,05$).

2. Психоэмоциональные нарушения выявляются у 62,2% пациентов; медиана показателя качества жизни по EQ-5D-3L составила 0,75 [0,55; 0,79]. Выраженные нарушения функционирования по МКФ отмечаются в доменах «Функции организма» и «Активность и участие», преимущественно в категориях: b2801 «боль в части тела» (58,9%), b770 «функции стереотипа ходьбы», (62,3%), d5400 «надевание одежды» (71,1%) и d920 «отдых и досуг» (75,6%) ($p<0,05$).

3. Включение в лечение пациентов после операции процедур биологической обратной связи и низкоинтенсивной лазеротерапии статистически достоверно снижает степень тяжести миелопатии на 3 балла и более по шкале mJOA ($p=0,029$), повышает индекс качества жизни на 0,214 по EQ-5D-3L ($p=0,028$), что сопровождается снижением уровня депрессии по шкале Бека к концу 6 месяца наблюдения в сравнении со стандартными методами лечения ($p=0,037$).

4. Улучшение клинических исходов в послеоперационном периоде у пациентов с СШМ при лечении с использованием методик БОС и НИЛТ сопровождается статистически значимой нормализацией результатов при нейрофизиологических исследованиях: ТМС и ССВП ($p<0,05$).

5. Основными факторами прогнозирующими лучший клинический эффект у пациентов с СШМ после операции были: время центрального моторного проведения до операции менее 14,6 мс ($p=0,01$), длительность заболевания менее

13 месяцев ($p < 0,001$) и передне-задний размер позвоночного канала более 6,9 мм. ($p < 0,001$). Значения ИМТ менее 26 кг/м^2 и принадлежность к группе БОС и НИЛТ ассоциированы с более высокими баллами mJOA и EQ-5D-3L к концу 6 месяцев послеоперационного наблюдения ($p < 0,001$).

6. Разработана прогностическая модель оценки уровня качества жизни по шкале EQ-5D-3L у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией после оперативного лечения в зависимости от передне-заднего размера позвоночного канала и длительности заболевания, позволяющая выявить пациентов с неблагоприятным функциональным исходом с точностью 92% и оптимизировать послеоперационный лечебно-диагностический комплекс для данной группы больных ($p < 0,001$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендовано использовать значения передне-заднего размера позвоночного канала и времени длительности заболевания СШМ для прогнозирования послеоперационного уровня качества жизни по шкале EQ-5D-3L с целью определения группы риска низкой клинической эффективности оперативного этапа лечения СШМ

2. В послеоперационном периоде пациентам со спондилогенной шейной миелопатией, ввиду высокой частоты чувствительных, двигательных и психоэмоциональных нарушений, необходимо проводить их комплексную оценку с анализом неврологического статуса по шкале mJOA и EQ-5D-3L и с использованием доменов МКФ («боль в части тела», «функции стереотипа ходьбы», «точные движения кисти», «надевание одежды», «отдых и досуг»).

3. Пациентам со спондилогенной шейной миелопатией с увеличением времени центрального моторного проведения более 14,6 мс, передне-задним размером позвоночного канала менее 6,9 мм, длительностью заболевания более 13 мес. и индексом массы тела более 26 кг/м² рекомендуется включение методик БОС и НИЛТ в комплекс реабилитационной терапии в раннем послеоперационном периоде с целью достижения лучших результатов по шкале mJOA.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Целесообразно дальнейшее изучение механизмов сочетанного воздействия различных реабилитационных методик, обеспечивающих функциональное восстановление пациентов с СШМ, на экспериментальных моделях. Перспективным направлением является изучение безопасности и эффективности применения новых комбинаций реабилитационных методик с современными лекарственными препаратами, обладающими нейрорегенераторным и нейропротективным действием. Необходимым является разработка персонализированных реабилитационных программ с учетом выраженности неврологического дефицита. Кроме того, актуальным направлением является проведение более длительных многоцентровых исследований с оценкой влияния комплексной реабилитации на качество жизни, социальную адаптацию и отдаленные функциональные исходы у данной группы пациентов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БОС	– биологическая обратная связь
ВАШ	– визуальная аналоговая шкала
ВМО	– вызванный моторный ответ
ВЦМП	– время центрального моторного проведения
ДТ-МРТ	– диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография
ИМТ	– индекс массы тела
кВМО	– корковый вызванный моторный ответ
ЛТ	– латентность
ЛФК	– лечебная физкультура
МКФ	– международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья
МПИ	– межпиковый интервал
МРТ	– магнитно-резонансная томография
НИЛТ	– низкоинтенсивная лазеротерапия
НПВС	– нестероидные противовоспалительные
сВМО	– сегментарный вызванный моторный ответ
ССВП	– соматосенсорные вызванные потенциалы
ТМС	– транскраниальная магнитная стимуляция
ЭМГ	– электромиография
ASIA-	– (англ. «American Spinal Injury Association Impairment Scale –
ISNCSCI	International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury») □□Американская ассоциация спинальной травмы - международный стандарт для оценки степени и характера повреждений спинного мозга
EQ-5D-3L	– (англ. «European Quality of Life Questionnaire») — Европейский опросник оценки качества жизни

- mJOA – (англ. «The Modified Japanese Orthopaedic Association scale») — модифицированная шкала Японской ассоциации ортопедов
- NDI – (англ. «Neck Disability Index») — шкала оценки ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритм формулирования реабилитационного диагноза с помощью Международной классификации функционирования пациенту, перенесшему инсульт: клинический случай / Г.Е. Иванова, Р.А. Бодрова, Т.В. Буйлова [и др.] // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. - 2022. - Т. 4, № 1. - С. 37-54.
2. Базовые принципы медицинской реабилитации, реабилитационный диагноз в категориях МКФ и реабилитационный план / А.А. Шмонин, М.Н. Мальцева, Е.В. Мельникова, Г.Е. Иванова // Вестник восстановительной медицины. - 2017. – Т. 78, № 2. - С. 16-22.
3. Белова, А.Н. Нейрореабилитация — 3-е изд., перераб. и доп. / А.Н. Белова, С.В. Прокопенко. – М., 2010. – 1288 с.
4. Белова, А.Н. Шкалы, тесты и опросники в неврологии и нейрохирургии — 3-е изд., перераб. и доп. / А.Н. Белова. – М.: Практическая медицина, 2018. – 696 с.
5. Боль в шее при дегенеративно-дистрофических изменениях позвоночника / М. Ю. Максимова, Е. В. Герасимова, М. Н. Шаров, Ю. С. Прокофьева // Medica Mente. Лечим с умом. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 48-52.
6. Брётц, Д. Диагностика и лечение поражений межпозвонковых дисков. Физическая терапия в неврологии / Д. Брётц, М. Веллер; пер. с нем. под ред. проф. О.С. Левина. – М.: МЕДпресс-информ, 2021. – 288 с.
7. Головачева, В. А. Боль в шее как проблема нашего времени / В. А. Головачева, А. А. Головачева, О. Е. Зиновьева // Медицинский совет. – 2020. – № 19. – С. 14-20.
8. Гуца, А. О. Опыт минимально инвазивной хирургии и современный взгляд на лечение дегенеративных поражений позвоночника / А. О. Гуца, А. Р. Юсупова // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2021. – Т. 85, № 1. – С. 5-9.

9. Гуща, А.О. Хирургия дегенеративных поражений позвоночника. Национальное руководство / А.О. Гуща, Н.А. Коновалов, А.А. Гринь. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 480 с.
10. Дегенеративная цервикальная миелопатия: клинической оценки и алгоритм выбора лечения / Т.В. Сигалева, Д.В. Дмуховский, А.О. Гуща [и др.] // Медицинские новости. – 2025. - № 7. – С. 24–29.
11. Дегенеративная шейная миелопатия: комплексный анализ диагностики, клинической картины и современных стратегий послеоперационной реабилитации. / П. В. Каледа, С.Н. Янишевский, А. С. Назаров [и др.] // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 165-173.
12. Дегенеративная шейная миелопатия: способы клинической оценки и алгоритм выбора лечения / Т. В. Сигалева, Д. В. Дмуховский, А. О. Гуща [и др.] // Нервные болезни. – 2020. – № 4. – С. 3-11.
13. Декомпрессивные вмешательства в лечении компрессионной шейной миелопатии / А. О. Гуща, М. Д. Древаль, Е. Н. Полторако, С. О. Арестов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2017. – Т. 16, № 4. – С. 781-791.
14. Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография при шейной спондилогенной миелопатии (обзор литературы) / В. Э. Ким, А. В. Басков, И. Ф. Байгильдина, Г. Б. Цехановский // Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. – 2023. – № 4(14). – С. 72-79.
15. Использование диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии при дифференциальной диагностике миелопатии на шейном уровне / А.В. Басков, И.Ф. Байгильдина, В.А. Басков [и др.] // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 28-34.
16. Использование МКФ и оценочных шкал в медицинской реабилитации / Г.Е. Иванова, Е.В. Мельникова, Н.А. Шамалов [и др.] // Вестник восстановительной медицины. - 2018. – Т. 17. - № 3. - С. 14-20.

17. Клинический случай лечения пациента с цервикальным стенозом позвоночного канала, оперированного паратрахеальным доступом. / А. Ю. Бастрон, И. А. Атманский, И. А. Погосян, А. И. Шамселов // Современные проблемы науки и образования. – 2026. – № 2. – С. 26.

18. Кочина, В.Р. Комплексная медицинская реабилитация больных после перелома лучевой кости в типичном месте с использованием аппарата с биологической обратной связью (результаты пилотного исследования) / В.Р. Кочина, А.А. Федоров, К.А. Бердюгин // Курортная медицина. – 2022.- №3.- С. 69-74.

19. Ламинопластика и корпорэктомия в лечении спондилогенной шейной миелопатии / М. Д. Древаль, С. О. Арестов, Д. В. Петросян [и др.] // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2017. – Т. 11, № 4. – С. 36-44.

20. Магомедов, Ш. Ш. Повторная ламинопластика шейного отдела позвоночника при прогрессирующей оссификации задней продольной связки: клинический случай / Ш. Ш. Магомедов, П. Г. Мытыга // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2023. – Т. 87, № 1. – С. 90-95.

21. Макогонова, М. Е. Неврологический статус и визуализация спинного мозга у пациентов с инфекционными спондилитами: возможны ли сопоставления при спондилогенной миелопатии? / М. Е. Макогонова, А. Ю. Мушкин, П. В. Гаврилов // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2017. – Т. 15, № 2. – С. 64-72.

22. Миронов, С.П. Биологическая обратная связь как перспективное направление реабилитации в травматологии и ортопедии при нарушениях двигательной функции / С.П. Миронов, М.Б. Цыкунов, И.С. Косов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 1999. - Т. 6. - №4. - С. 3-8.

23. Нейрореабилитация при когнитивных нарушениях у пациентов с нейрохирургической патологией головного мозга / Н.Е. Иванова, М.Ю. Ефимова, Т.М. Алексеева [и др.] // Трансляционная медицина. – 2020. – №7(3). – С. 5-13.

24. Нурмиева, Ч. Р. Клинико-неврологическая и МР-томографическая диагностика стеноза цервикального отдела позвоночного канала / Ч. Р. Нурмиева, Э. И. Богданов // Практическая медицина. – 2015. – Т. 89, № 4-2. – С. 82-85.
25. Опыт применения кинезиотерапевтической установки "Экзарта" в реабилитации пациентов с патологией спинного мозга на шейном уровне / Н.Г. Коновалова, Е.В. Филатов, В.В. Ляховецкая, Ю.С. Фроленко // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2017. – Т. 16, № 2. – С. 102-106
26. Патогенез дегенеративной шейной миелопатии: от биомеханики к молекулярным механизмам / А. А. Шевелев, В. А. Сороковиков, С. Н. Ларионов, А. П. Животенко // Acta Biomedica Scientifica. – 2025. – Т. 10, № 6. – С. 102-111.
27. Показатели качества жизни в оценке результатов различных методов хирургического лечения шейной миелопатии / А. А. Чехонацкий, Н. Е. Комлева, В. Н. Николенко, В. А. Чехонацкий // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 30-36.
28. Попелянский, Я. Ю. Вертеброгенные заболевания нервной системы: Руководство для врачей и студентов. Вертебральные синдромы поясничного остеохондроза / Я.Ю. Попелянский. — Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1974. — 285 с.
29. Поражение шейного отдела позвоночника при ревматоидном артрите — трудности диагностики и лечения. / Е.И. Шмидт, А.А. Клименко, А.В. Новикова // Научно-практическая ревматология. - 2025. - Т. 63, № 1. - С. 104-111.
30. Применение аппарата с биологической обратной связью у пациентов со стенозом шейного отдела позвоночника в раннем и позднем восстановительных периодах / П. В. Каледа, С.Н. Янишевский, Н. Е. Иванова [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2025. – Т. 20, № 1. – С. 63-65.
31. Принципы формирования индивидуальных программ нейрореабилитации на стационарном этапе / Н.А. Загустина, Ф.М. Соколова, Н.Е. Иванова, С.В. Гурин // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. – 2021. – Т. 13, № S1. – С. 175-176.
32. Психофизиологические технологии с применением метода биологической обратной связи: аналитический обзор / Е.В. Костенко, А.В.

Котельникова, И.В. Погонченкова [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2024. – Т. 23, № 3. – С. 77–91.

33. Реабилитация больных с заболеваниями и травмой шейного отдела позвоночника в раннем и позднем послеоперационном периоде (анализ российских и зарубежных рекомендаций) / С. И. Толстая, Г. Е. Иванова, О. В. Дуров [и др.] // Клиническая практика. – 2023. – Т. 14, № 2. – С. 54-65.

34. Салюков, Р.В. Нарушения мочеиспускания при шейном уровне позвоночно-спинномозговой травмы / Р.В. Салюков, А.С. Колмаков // Consilium Medicum. - 2016. - Т. 18, № 2.1. - С. 45-47.

35. Степень выраженности миелопатии как диагностический и прогностический показатель при лечении пациентов со стенозом шейного отдела позвоночника / А. А. Суфианов, Д. Н. Набиев, К. А. Дьячков [и др.] // Радиология - практика. – 2024. – Т. 107, № 5. – С. 37-51.

36. Тарасова, Е.М. Биологическая обратная связь в нейрореабилитации (современный обзор) / Е.М. Тарасова, Т.С. Петренко, В.И. Борисов // Вестник УГМУ. – 2024. - №1. – С. 27-39

37. Транскраниальная магнитная стимуляция при дегенеративной шейной миелопатии: возможности и перспективы / Д. В. Дмуховский, Н. А. Супонева, А. Г. Пойдашева [и др.] // Нервные болезни. – 2023. – №1. – С. 15-22

38. Третьякова, А. И. Анализ структурных и функциональных изменений у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией / А. И. Третьякова // Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 101-111.

39. Хирургическое лечение тяжелой спондилогенной шейной миелопатии методом ламинопластики. / М.Д. Древаль, А.О. Гуца, С.О. Арестов, О.С. Корепина // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2015. – Т. 79, №6. – С. 77-84.

40. Хить, М. А. Роль транскраниальной магнитной стимуляции в диагностике шейной спондилогенной миелопатии / М. А. Хить, С. С. Никитин, А. О. Гуца // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2012. – Т. 6, № 2. – С. 23-26.

41. Хомушко, И. С. Соматосенсорные вызванные потенциалы в диагностике вертеброгенной цервикальной миелопатии / И.С. Хомушко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2025. – Т. 23, № 3. – С. 209–215.
42. Цервикальная миелопатия - заболевание, имитирующее боковой амиотрофический склероз / Ю. Н. Рушкевич, А. И. Семенова, Т. Г. Гвищ [и др.] // Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 509-512.
43. Цервикальный спинальный стеноз - современные подходы к диагностике и лечению / Д. П. Евграфов, А. В. Яриков, А. А. Вишневский [и др.] // Бюллетень науки и практики. – 2024. – Т. 10, № 9. – С. 245-279.
44. Шатурсунов, Ш.Ш. Анализ результатов хирургического лечения грыж шейного отдела позвоночника способом передней декомпрессии и межтеловой кейджевой стабилизации / Ш.Ш. Шатурсунов, С.А. Мирзаханов // Практическая медицина. – 2021. – Т. 19, № 3. – С. 60–64.
45. Шейная спондилогенная миелопатия: 10летний опыт лечения / А. О. Гуща, М. Д. Древаль, А. Р. Юсупова [и др.] // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2021. – Т. 15, №2. – С. 21-38
46. Шейная спондилогенная миелопатия: диагностика, лечение, прогноз / М. А. Хить, А. О. Гуща, Г. А. Щекутьев, С. С. Никитин // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2012. – Т. 6, № 3. – С. 75-80.
47. Шмонин, А.А. Мультидисциплинарная технология поиска цели реабилитации у пациентов с церебральным инсультом на основе Международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья / А.А. Шмонин, М.Н. Мальцева, Е.В. Мельникова // Consilium Medicum. – 2019. – Т. 21, №2. – С. 9-17
48. Щербина, Н.В. Обзор методов исследования физиологических показателей, используемых в системах с биологической обратной связью / Щ. Н. Витальевна // Эргодизайн. - 2023. № 1. - С. 81–89.

49. Эпидемиология нейрогенных нарушений мочеиспускания / Е.С. Филиппова, И.В. Баженов, А.В. Зырянов, В.Н. Журавлев // Экспериментальная и клиническая урология. – 2020. - № 3. – С. 25–33.
50. Эрготерапия в реабилитации неврологических пациентов / М.Н. Мальцева, А.А. Шмонин, Е.В. Мельникова, Г.Е. Иванова // Consilium Medicum. - 2016. - Т. 18, № 2.1. - С. 59-60.
51. Эффективность хирургического лечения при различных формах шейного остеохондроза. / Е.А. Олейник, А.А. Олейник, А.Ю. Воеводкина [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. – 2024. – Т. XVI, №3. – С. 95-103.
52. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Degenerative Cervical Myelopathy: Recommendations for Patients With Mild, Moderate, and Severe Disease and Nonmyelopathic Patients With Evidence of Cord Compression / M. G. Fehlings, L.A. Tetreault, K. D. Riew [et al.] // Global Spine Journal. – 2017. – Vol. 7, No. 3, Suppl. – P. 70-83.
53. A clinical review of hand manifestations of cervical myelopathy, cervical radiculopathy, radial, ulnar, and median nerve neuropathies / H. Jajeh, A. Lee, R. Charls [et al.] // Journal of Spine Surgery. – 2024. – Vol. 10, No. 1. – P. 120-134.
54. A Systematic Review of the Utility of the Hoffmann Sign for the Diagnosis of Degenerative Cervical Myelopathy / A. Fogarty, E. Lenza, G. Gupta [et al.] // Spine. – 2018. – Vol. 43, No. 23. – P. 1664-1669.
55. Adult neural stem cell fate is determined by thyroid hormone activation of mitochondrial metabolism / J. D. Gothie, A. Sébillot, C. Luongo [et al.] // Molecular Metabolism. – 2017. – Vol. 6, No. 11. – P. 1551-1561.
56. Adverse effects of frailty on the outcomes of surgery for degenerative cervical myelopathy: results from a prospective multicenter international data set of 757 patients / J. R. F. Wilson, J.H. Badhiwala, A. Moghaddamjou [et al.] // Journal of Neurosurgery: Spine. – 2023. – Vol. 39, No. 6. – P. 815-821.

57. Al-Shawwa, A. Advancing Precision Medicine in Degenerative Cervical Myelopathy / A. Al-Shawwa, D. W. Cadotte // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14, No. 23. – Art. 8344.
58. Application of electrophysiological measures in degenerative cervical myelopathy / Z. Yu, W. Pan, J. Chen [et al.] // *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. – 2022. – Vol. 10. – Art. 834668.
59. Assessing structure and function of myelin in cervical spondylotic myelopathy: Evidence of demyelination / H. Liu, E.L. MacMillan, C.R. Jutzeler [et al.] // *Neurology*. – 2017. – Vol. 89, No. 6. – P. 602-610.
60. Association between Postoperative Neck Pain and Intraoperative Transcranial Motor-Evoked Potential Waveforms of the Trapezius Muscles in Patients with Cervical Myelopathy Who Underwent Cervical Laminoplasty / S. Ito, , Y. Sakai, K. Ando [et al.] // *Asian Spine Journal*. – 2023. – Vol. 17, No. 2. – P. 330-337.
61. Association between preoperative activity levels and postoperative complications in adult spinal deformity surgery / R. Bhan, S. Yakdan, C. Diaz [et al.] // *Spine Deformity*. – 2025. – Vol. 13, No. 6. – P. 1761-1769.
62. Astrocyte function and role in motor neuron disease: a future therapeutic target? / D. Blackburn, S. Sargsyan, P. N. Monk [et al.] // *Glia*. – 2009. – Vol. 57, No. 12. – P. 1251-1264.
63. Astrocyte scar formation aids central nervous system axon regeneration / M. A. Anderson, J. E. Burda, Y. Ren [et al.] // *Nature*. – 2016. – Vol. 532, No. 7598. – P. 195-200.
64. Astrocytes mediate synapse elimination through MEGF10 and MERTK pathways / W.-S. Chung, L.E. Clarke, G.X. Wang [et al.] // *Nature*. – 2013. – Vol. 504, No. 7480. – P. 394-400.
65. Axonal plasticity underpins the functional recovery following surgical decompression in a rat model of cervical spondylotic myelopathy / R. S. Dhillon, J. Parker, Y.A. Syed [et al.] // *Acta Neuropathologica Communications*. – 2016. – Vol. 4, No. 1. – Art. 89.

66. Bakhsheshian, J. Current Diagnosis and Management of Cervical Spondylotic Myelopathy / J. Bakhsheshian, V. A. Mehta, J. C. Liu // Global Spine Journal. – 2017. – Vol. 7, No. 6. – P. 572-586.
67. Baseline severity of myelopathy predicts neurological outcomes after posterior decompression surgery for cervical spondylotic myelopathy: a retrospective study / S. Nori, N. Nagoshi, H. Kono [et al.] // Spinal Cord. – 2021. – Vol. 59, No. 5. – P. 547-553.
68. Biofeedback improves performance in lower limb activities more than usual therapy in people following stroke: a systematic review / R. Stanton, L. Ada, C.M. Dean, E. Preston // Journal of Physiotherapy. – 2017. – Vol. 63, No. 1. – P. 11-16.
69. Blood-spinal cord barrier permeability in experimental spinal cord injury: dynamic contrast-enhanced MRI / D. M. Cohen, C.B. Patel, P. Ahobila-Vajjula [et al.] // NMR in Biomedicine. – 2009. – Vol. 22, No. 3. – P. 332-341.
70. Brain MRI changes in degenerative cervical myelopathy: a systematic review / A. Rafati Fard, O.D. Mowforth, M. Yuan [et al.] // eBioMedicine. – 2023. – Vol. 99. – Art. 104915.
71. Breig, A. Effects of mechanical stresses on the spinal cord in cervical spondylosis. A study on fresh cadaver material / A. Breig, I. Turnbull, O. Hassler // Journal of Neurosurgery. – 1966. – Vol. 25, No. 1. – P. 45-56.
72. Burile, G. The Scope of Physiotherapy Rehabilitation in Compressive Myelopathy Managed by Spinal Fusion: A Case Report / G. Burile, S. Jawade, N. Seth // Cureus. – 2023. – Vol. 15, No. 11. – Art. e48290.
73. Cervical Laminectomy for Degenerative Cervical Myelopathy: Is There A Role in the Modern Day? A Systematic Review and Meta-Analysis / C. S. Lozano, A. K. Malhotra, H. Shakil [et al.] // Global Spine Journal. – 2026. – Vol. 16, No. 1, Suppl. – P. 28-42.
74. Cervical orthosis does not improve postoperative pain following posterior cervical fusion: a randomized controlled trial / R. Fernandes, P. Thornley, J. Urquhart [et al.] // European Spine Journal. – 2024. – Vol. 33, No. 10. – P. 4002-4011.

75. Cervical radiculopathy combined with cervical myelopathy: prevalence and characteristics / B.-W. Choi, S.-S. Kim, D.-H. Lee [et al.] // *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. – 2017. – Vol. 27, No. 7. – P. 889-893.
76. Cervical spondylotic myelopathy: current state of the art and future directions / M. G. Fehlings, L. Tetreault, J.R. Wilson [et al.] // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, No. 22, Suppl. 1. – P. 1-8.
77. Cervical spondylotic myelopathy: patterns of neurological deficit and recovery after anterior cervical decompression / B. W. Chiles, M. A. Leonard, H. F. Choudhri, P. R. Cooper // *Neurosurgery*. – 1999. – Vol. 44, No. 4. – P. 762-769.
78. Change in Functional Impairment, Disability, and Quality of Life Following Operative Treatment for Degenerative Cervical Myelopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis / M. G. Fehlings, L.A. Tetreault, S. Kurpad [et al.] // *Global Spine Journal*. – 2017. – Vol. 7, No. 3, Suppl. – P. 53-69.
79. Changes in Strength, Sensation, and Prehension in Acute Cervical Spinal Cord Injury: European Multicenter Responsiveness Study of the GRASSP / I.-M. Velstra, A. Curt, A. Frotzler [et al.] // *Neurorehabilitation and Neural Repair*. – 2015. – Vol. 29, No. 8. – P. 755-766.
80. Characteristics of Upper Limb Impairment Related to Degenerative Cervical Myelopathy: Development of a Sensitive Hand Assessment (Graded Redefined Assessment of Strength, Sensibility, and Prehension Version Myelopathy) / S. Kalsi-Ryan, L.E. Riehm, L. Tetreault [et al.] // *Neurosurgery*. – 2020. – Vol. 86, No. 3. – P. 292-299.
81. Choi, S. H. Degenerative Cervical Myelopathy: Pathophysiology and Current Treatment Strategies / S. H. Choi, C.-N. Kang // *Asian Spine Journal*. – 2020. – Vol. 14, No. 5. – P. 710-720.
82. Clinical features and surgical outcomes of cervical spondylotic myelopathy in patients aged 80 years or older: a multi-center retrospective study / H. Nagashima, T. Dokai, H. Hashiguchi [et al.] // *European Spine Journal*. – 2011. – Vol. 20, No. 2. – P. 240-246.

83. Clinical tests for screening and diagnosis of cervical spine myelopathy: a systematic review / C. E. Cook, M. Wilhelm, A.E. Cook [et al.] // *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. – 2011. – Vol. 34, No. 8. – P. 539-546.
84. Comparative Analysis of Fusion and Decompression Surgery in Degenerative Cervical Myelopathy: A Multicenter Observational Study of Transcranial Motor-Evoked Potentials / M. Funaba, T. Kanchiku, G. Yoshida [et al.] // *Spine*. – 2026. – Vol. 51, No. 12. – P. 861-869.
85. Consumer views of functional electrical stimulation and robotic exoskeleton in SCI rehabilitation: A mini review / Y. Pei, M. Tobita, B. Dirlikov [et al.] // *Artificial Organs*. – 2025. – Vol. 49, No. 5. – P. 729-748.
86. Current techniques for the treatment of spasticity and their effectiveness / H.-X. Li, K. Xu, S.-L. Chen [et al.] // *EFORT Open Reviews*. – 2025. – Vol. 10, No. 5. – P. 237-249.
87. Degenerative cervical myelopathy — update and future directions / J. H. Badhiwala, C.S. Ahuja, M.A. Akbar [et al.] // *Nature Reviews Neurology*. – 2020. – Vol. 16, No. 2. – P. 108-124.
88. Degenerative cervical myelopathy / B. M. Davies, O. D Mowforth, E.K. Smith [et al.] // *The BMJ*. – 2018. – Vol. 360. – Art. k186.
89. Degenerative Cervical Myelopathy Diagnosis and Its Differentiation from Neurological Mimics, MS and ALS: A Literature Review / S. Klumb, L. Haley, C. Hathaway [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14, No. 24. – Art. 8711.
90. Degenerative Cervical Myelopathy: A Clinical Review / J. Gibson, A. Nouri, B. Krueger [et al.] // *The Yale Journal of Biology and Medicine*. – 2018. – Vol. 91, No. 1. – P. 43-48.
91. Degenerative Cervical Myelopathy: A Concept Review and Clinical Approach / D. O. Gallagher, K.M. Taghlabi, K. Bondar, C. Saifi // *Clinical Spine Surgery*. – 2024. – Vol. 37, No. 1. – P. 1-8.
92. Degenerative Cervical Myelopathy: An Overview / L. M. Saunders, H.S. Sandhu, L. McBride [et al.] // *Cureus*. – 2023. – Vol. 15, No. 9. – Art. e45678.

93. Degenerative Cervical Myelopathy: Epidemiology, Genetics, and Pathogenesis / A. Nouri, L. Tetreault, S. Singh [et al.] // *Spine*. – 2015. – Vol. 40, No. 12. – P. 675-693.
94. Degenerative Cervical Myelopathy: Insights into Its Pathobiology and Molecular Mechanisms / J. Tu, J. V. Castillo, A. Das, A. D. Diwan // *Journal of Clinical Medicine*. – 2021. – Vol. 10, No. 6. – Art. 1234.
95. Degenerative cervical myelopathy: timing of surgery / M. R. Fasinella, A. Benato, D. Creatura [et al.] // *EFORT Open Reviews*. – 2025. – Vol. 10, No. 6. – P. 403-415.
96. Delayed Axonal Degeneration in Slow Wallerian Degeneration Mutant Mice Detected Using Diffusion Tensor Imaging / M. Xie, Q. Wang, T.-H. Wu [et al.] // *Neuroscience*. – 2011. – Vol. 197. – P. 339-347.
97. Developing Peri-Operative Rehabilitation in Degenerative Cervical Myelopathy: An Unexplored Opportunity? / T. F. Boerger, A.S. Hyngstrom, J.C. Furlan [et al.] // *Global Spine Journal*. – 2022. – Vol. 12, No. 1, Suppl. – P. 97-108.
98. Diabetes Does Not Adversely Affect Neurological Recovery and Reduction of Neck Pain After Posterior Decompression Surgery for Cervical Spondylotic Myelopathy: Results From a Retrospective Multicenter Study of 675 Patients / S. Nori, N. Nagoshi, K. Yoshioka [et al.] // *Spine*. – 2021. – Vol. 46, No. 7. – P. 433-439.
99. Diagnostic Modality in Spine Disease: A Review / G.-U. Kim, M. C. Chang, T.U. Kim [et al.] // *Asian Spine Journal*. – 2020. – Vol. 14, No. 6. – P. 910-920.
100. Diagnostic value of diffusion tensor imaging in patients with clinical signs of cervical spondylotic myelopathy / M. Skotarczak, J. Dzierżanowski, M. Kaszubowski [et al.] // *Neurologia i Neurochirurgia Polska*. – 2022. – Vol. 56, No. 4. – P. 341-348.
101. Diffusion tensor imaging in cervical spondylotic myelopathy: a review / S. Shabani, M. Kaushal, M.D. Budde [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Spine*. – 2020. – Vol. 33, No. 1. – P. 65-72.
102. Diffusion Tensor Imaging in Diagnosing and Evaluating Degenerative Cervical Myelopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis / M. Mohammadi, F.

Roohollahi, F. Farahbakhsh [et al.] // *Global Spine Journal*. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – P. 267-283.

103. Does smoking have an impact on fusion rate in single-level anterior cervical discectomy and fusion with allograft and rigid plate fixation? Clinical article / M. Luszcz, J.S. Smith, J.S. Fischgrund [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Spine*. – 2013. – Vol. 19, No. 5. – P. 527-531.

104. Does Tobacco Use Attenuate Benefits of Early Decompression in Patients With Cervical Myelopathy? / D. J. Kusin, S.Q. Li, U. M. Ahn [et al.] // *Spine*. – 2016. – Vol. 41, No. 20. – P. 1565-1569.

105. Duman, F. A Comparative Analysis of Surface Areas and Ratio of the Cervical Spinal Cord and the Vertebral Canal at the Same Levels Via MRI on Healthy Individuals / F. Duman // *International Journal of Morphology*. – 2014. – Vol. 32, No. 4. – P. 1171-1178.

106. Duration of symptoms before diagnosis in degenerative cervical myelopathy: A systematic review and meta-analysis / A. Malone, O. D. Mowforth, S. K. Vellaiyappan [et al.] // *Brain & Spine*. – 2025. – Vol. 5. – Art. 104252.

107. Effect of electromyographic biofeedback training on motor function of quadriceps femoris in patients with incomplete spinal cord injury: A randomized controlled trial / Y. Guo, F. Gao, J. Li [et al.] // *NeuroRehabilitation*. – 2021. – Vol. 48, No. 3. – P. 345-351.

108. Effects of Biodex Balance System Training on Neurological Disability: Enhancing Balance and Functional Abilities / D. Mir, M.A. Khan, M. T. Khalil [et al.] // *Insights-Journal of Health and Rehabilitation*. – 2025. – Vol. 3. – P. 981-988.

109. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials / R. T. Chow, P.M.I. Johnson, A.B. Lopes-Martins [et al.] // *The Lancet*. – 2009. – Vol. 374, No. 9705. – P. 1897-1908.

110. Electrophysiological evidence of functional improvement in the corticospinal tract after laminoplasty in patients with cervical compressive myelopathy:

clinical article / K. Nakanishi, N. Tanaka, N. Kamei [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Spine*. – 2014. – Vol. 21, No. 2. – P. 210-216.

111. EMG Biofeedback and Exercise for Treatment of Cervical and Shoulder Pain in Individuals with a Spinal Cord Injury: A Pilot Study / S. Middaugh, K. J. Thomas, A.R. Smith [et al.] // *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*. – 2013. – Vol. 19, No. 4. – P. 311-323.

112. Endocrine Therapy for the Functional Recovery of Spinal Cord Injury / H. Wang, W.-X. Zhou, J.-f. Huang [et al.] // *Frontiers in Neuroscience*. – 2020. – Vol. 14. – Art. 590570.

113. Enhancing Hand Sensorimotor Function in Individuals with Cervical Spinal Cord Injury: A Novel Tactile Discrimination Feedback Approach Using a Multiple-Baseline Design / K. Kitai, K. Nishigaya, Y. Mizomoto [et al.] // *Brain Sciences*. – 2025. – Vol. 15, No. 4. – Art. 394.

114. Epidurally recorded spinal cord evoked potentials in patients with cervical myelopathy and normal central motor conduction time measured by transcranial magnetic stimulation / K. Kaneko, Y. Kato, T. Kojima [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2006. – Vol. 117, No. 7. – P. 1467-1473.

115. Establishing the Socio-Economic Impact of Degenerative Cervical Myelopathy Is Fundamental to Improving Outcomes / B. M. Davies, R. Phillips, D. Clarke [et al.] // *Global Spine Journal*. – 2022. – Vol. 12, No. 1, Suppl. – P. 122-129.

116. Factors Associated With the Rate of Recovery After Cervical Decompression Surgery for Degenerative Cervical Myelopathy: A Retrospective Analysis / A. N. Baumann, M. Chen, P. Ahorukomeye [et al.] // *Cureus*. – 2023. – Vol. 15, No. 5. – Art. e39654.

117. Farivar, S. Biological Effects of Low Level Laser Therapy / S. Farivar, T. Malekshahabi, R. Shiari // *Journal of Lasers in Medical Sciences*. – 2014. – Vol. 5, No. 2. – P. 58-62.

118. Fehlings, M. G. Guidelines for the Management of Degenerative Cervical Myelopathy and Spinal Cord Injury: An Introduction to a Focus Issue / M. G. Fehlings,

B. K. Kwon, L. A. Tetreault // *Global Spine Journal*. – 2017. – Vol. 7, No. 3, Suppl. – P. 6-7.

119. French, J. A. System Characterization of MAHI EXO-II: A Robotic Exoskeleton for Upper Extremity Rehabilitation / J. A. French, C. G. Rose, M. K. O'Malley // *Proceedings of the ASME Dynamic Systems and Control Conference*. – 2014. – Vol. 2014. – Art. V003T43A006.

120. Functional and molecular evidence of myelin- and neuroprotection by thyroid hormone administration in experimental allergic encephalomyelitis / M. L. Dell'Acqua, L. Lorenzini, G. D'Intino [et al.] // *Neuropathology and Applied Neurobiology*. – 2012. – Vol. 38, No. 5. – P. 454-470.

121. Functional and structural brain remodeling in patients with degenerative cervical myelopathy following cervical decompression surgery / B. Xie, H. Ni, J. Yao [et al.] // *Communications Medicine*. – 2025. – Vol. 5, No. 1. – Art. 191.

122. Gait Analysis by the Severity of Gait Disturbance in Patients with Compressive Cervical Myelopathy / T. Makino, K. Watanabe 1, Tatsuki Mizouchi [et al.] // *Spine Surgery and Related Research*. – 2023. – Vol. 7, No. 6. – P. 488-495.

123. Ganau, M. Functional Anatomy of the Spinal Cord / M. Ganau, R. Zewude, M. G. Fehlings. – Cham : Springer, 2019. – P. 3-12.

124. Giggins, O. M. Biofeedback in rehabilitation / O. M. Giggins, U. Persson, B. Caulfield // *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. – 2013. – Vol. 10, No. 1. – Art. 60.

125. Hand Dexterity Recovery Capacity for Degenerative Cervical Myelopathy With Varying Levels of Impairment: A Prospective 1-Year Follow-up Study / G. Liang, T. Liao, Y. Ye [et al.] // *Neurospine*. – 2025. – Vol. 22, No. 1. – P. 202-210.

126. Harvey, L. A. Physiotherapy rehabilitation for people with spinal cord injuries / L. A. Harvey // *Journal of Physiotherapy*. – 2016. – Vol. 62, No. 1. – P. 4-11.

127. Higo, N. Effects of rehabilitative training on recovery of hand motor function: A review of animal studies / N. Higo // *Neuroscience Research*. – 2014. – Vol. 78. – P. 9-15.

128. Hilton, B. Establishing Diagnostic Criteria for Degenerative Cervical Myelopathy / B. Hilton // Global Spine Journal. – 2022. – Vol. 12, No. 1, Suppl. – P. 55-63.
129. Houten, J. K. Cervical Myelopathy without Symptoms in the Upper Extremities: Incidence and Presenting Characteristics / J. K. Houten, J. Pasternack, R. P. Norton // World Neurosurgery. – 2019. – Vol. 132. – P. 162-168.
130. Identifying the concepts contained in outcome measures of clinical trials on stroke using the International Classification of Functioning, Disability and Health as a reference / S. Geyh, T. Kurt, T. Brockow [et al.] // Journal of Rehabilitation Medicine. – 2004. – Vol. 36, No. 44, Suppl. – P. 56-62.
131. Imaging and Electrophysiology for Degenerative Cervical Myelopathy / A. R. Martin, L. Tetreault, A. Nouri [et al.] // Global Spine Journal. – 2022. – Vol. 12, No. 1, Suppl. – P. 130-146.
132. Impact of Elevated Body Mass Index and Obesity on Long-term Surgical Outcomes for Patients With Degenerative Cervical Myelopathy: Analysis of a Combined Prospective Dataset / J. R. Wilson, L.A. Tetreault, G. Schroeder [et al.] // Spine. – 2017. – Vol. 42, No. 3. – P. 195-201.
133. Impact of postsurgical rehabilitation on outcomes for degenerative cervical myelopathy / M. Rahman, A. Banerjee, Y. Yang [et al.] // Journal of Neurosurgery: Spine. – 2024. – P. 1-7.
134. Impact of smoking on the outcome of anterior cervical arthrodesis with interbody or strut-grafting / A. S. Hilibrand, M.A. Fye, S.E. Emery [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. – 2001. – Vol. 83, No. 5. – P. 668-673.
135. Improving Awareness Could Transform Outcomes in Degenerative Cervical Myelopathy / B. M. Davies, O. Mowforth, H. Wood [et al.] // Global Spine Journal. – 2022. – Vol. 12, No. 1, Suppl. – P. 28-38.
136. Increased blood flow of spinal cord lesion after decompression improves neurological recovery of degenerative cervical myelopathy: an intraoperative ultrasonography-based prospective cohort study / G. Chen, C. Lin, Z. Zhu [et al.] // International Journal of Surgery. – 2023. – Vol. 109, No. 5. – P. 1149-1157.

137. Inflammation after spinal cord injury: a review of the critical timeline of signaling cues and cellular infiltration / D. J. Hellenbrand, C.M. Quinn, Z.J. Piper [et al.] // *Journal of Neuroinflammation*. – 2021. – Vol. 18. – Art. 284.

138. Is there a role for postoperative physiotherapy in degenerative cervical myelopathy? A systematic review / A. Badran, B.M. Davies, H.-M. Bailey [et al.] // *Clinical Rehabilitation*. – 2018. – Vol. 32, No. 9. – P. 1169-1174.

139. Isoform-specific effects of ApoE on neurite outgrowth in Olfactory Epithelium culture / A. Hussain, M. Luong, A. Pooley, [et al.] // *Journal of Biomedical Science*. – 2013. – Vol. 20, No. 1. – Art. 49.

140. Jackson, K. L. The Effects of Obesity on Spine Surgery: A Systematic Review of the Literature / K. L. Jackson, J. G. Devine // *Global Spine Journal*. – 2016. – Vol. 6, No. 4. – P. 394-400.

141. Jaskolski, D. J. Clinical evaluation of magnetic stimulation in cervical spondylosis / D. J. Jaskolski, J. A. Jarratt, J. Jakubowski // *British Journal of Neurosurgery*. – 1989. – Vol. 3, No. 5. – P. 541-548.

142. Kalsi-Ryan, S. Cervical spondylotic myelopathy: the clinical phenomenon and the current pathobiology of an increasingly prevalent and devastating disorder / S. Kalsi-Ryan, S. K. Karadimas, M. G. Fehlings // *The Neuroscientist*. – 2013. – Vol. 19, No. 4. – P. 409-421.

143. Karadimas, S. K. Pathobiology of cervical spondylotic myelopathy / S. K. Karadimas, G. Gatzounis, M. G. Fehlings // *European Spine Journal*. – 2015. – Vol. 24, No. 2. – P. 132-138.

144. Khan, M. R. Electrophysiological studies in cervical spondylosis / M. R. Khan, A. McInnes, S. P. Hughes // *Journal of Spinal Disorders*. – 1989. – Vol. 2, No. 3. – P. 163-169.

145. Kim, H. W. Blood-spinal cord barrier disruption in degenerative cervical myelopathy / H. W. Kim, H. Yong, G. K. H. Shea // *Fluids and Barriers of the CNS*. – 2023. – Vol. 20, No. 1. – Art. 68.

146. Knikou, M. Plasticity of corticospinal neural control after locomotor training in human spinal cord injury / M. Knikou // *Neural Plasticity*. – 2012. – Vol. 2012. – Art. 254948.

147. Koo, A. B. Independent Association of Obesity and Nonroutine Discharge Disposition After Elective Anterior Cervical Discectomy and Fusion for Cervical Spondylotic Myelopathy / A. B. Koo // *World Neurosurgery*. – 2021. – Vol. 151. – P. 950-960.

148. Kusin, D. J. The Effect of Smoking on Spinal Cord Healing Following Surgical Treatment of Cervical Myelopathy / D. J. Kusin, U. M. Ahn, N. U. Ahn // *Spine*. – 2015. – Vol. 40, No. 18. – P. 1391-1396.

149. Lannon, M. Degenerative Cervical Myelopathy: Clinical Presentation, Assessment, and Natural History / M. Lannon, E. Kachur // *Journal of Clinical Medicine*. – 2021. – Vol. 10, No. 16. – Art. 3626.

150. Lestini, W. F. The pathogenesis of cervical spondylosis / W. F. Lestini, S. W. Wiesel // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1989. – No. 239. – P. 69-93.

151. Long-Term Results After Surgery for Degenerative Cervical Myelopathy / T. O. Johansen, S.T. Holmberg, E. Danielsen [et al.] // *Neurosurgery*. – 2024. – Vol. 94, No. 3. – P. 454-460.

152. Low-level laser therapy for acute neck pain with radiculopathy: a double-blind placebo-controlled randomized study / L. M. Konstantinovic, M. R. Cutovic, A.N. Milovanovic [et al.] // *Pain Medicine*. – 2010. – Vol. 11, No. 8. – P. 1169-1178.

153. Lynskey, J. V. Activity-dependent plasticity in spinal cord injury / J. V. Lynskey, A. Belanger, R. Jung // *Journal of Rehabilitation Research and Development*. – 2008. – Vol. 45, No. 2. – P. 229-240.

154. Margetis, K. Cervical Myelopathy / K. Margetis, C. J. D. Iii // *StatPearls [Internet]*. – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2025.

155. Microglia are an essential component of the neuroprotective scar that forms after spinal cord injury / V. Bellver-Landete, F. Bretheau, B. Mailhot [et al.] // *Nature Communications*. – 2019. – Vol. 10. – Art. 518.

156. Milligan, J. Degenerative cervical myelopathy / J. Milligan, S. Ryan, D. G. Williams // *Canadian Family Physician*. – 2019. – Vol. 65, No. 9. – P. 619-624.
157. Motor control training of deep neck flexors with pressure biofeedback improves pain and disability in patients with neck pain: A systematic review and meta-analysis / G. Tsiringakis, Z. Dimitriadis, E. Triantafylloy [et al.] // *Musculoskeletal Science & Practice*. – 2020. – Vol. 50. – Art. 102220.
158. Motor potentials evoked by transcranial magnetic stimulation: interpreting a simple measure of a complex system / D. A. Spampinato, J. Ibanez, L. Rocchi, J. Rothwell // *The Journal of Physiology*. – 2023. – Vol. 601, No. 14. – P. 2827-2851.
159. Nagoshi, N. Future perspectives after the guidelines of degenerative cervical myelopathy: A narrative review / N. Nagoshi, Y. Kawaguchi // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. – 2025. – Vol. 68. – Art. 103104.
160. Nakai, S. Somatosensory evoked potentials (SEPs) for the evaluation of cervical spondylotic myelopathy: utility of the onset-latency parameters / S. Nakai, M. Sonoo, T. Shimizu // *Clinical Neurophysiology*. – 2008. – Vol. 119, No. 10. – P. 2396-2404.
161. Neck pain after cervical laminoplasty is associated with postoperative atrophy of the trapezius muscle / S. Ito, Y. Sakai, K. Ando [et al.] // *Nagoya Journal of Medical Science*. – 2023. – Vol. 85, No. 1. – P. 103-112.
162. Neural interface technology for rehabilitation: exploiting and promoting neuroplasticity / W. Wang, J.L. Collinger, M.A. Perez [et al.] // *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. – 2010. – Vol. 21, No. 1. – P. 157-178.
163. Neurological manifestations of cervical spondylosis: an overview of signs, symptoms, and pathophysiology / J. S. Harrop, A. Hanna, M.T. Silva [et al.] // *Neurosurgery*. – 2007. – Vol. 60, No. 1, Suppl. 1. – P. 14-20.
164. Opara, J. Cervical Spondylotic Myelopathy—Diagnostics and Clinimetrics / J. Opara, M. Odzimek // *Diagnostics*. – 2024. – Vol. 14, No. 5. – Art. 556.
165. Outcome Measures and Variables Affecting Prognosis of Cervical Spondylotic Myelopathy: WFNS Spine Committee Recommendations / M. Zileli, S. Maheshwari, S. S. Kale [et al.] // *Neurospine*. – 2019. – Vol. 16, No. 3. – P. 435-447.

166. Outcomes for Degenerative Cervical Myelopathy Following Implementation of the AO Spine International Guidelines: A Single-Centre Service Evaluation / J. Brannigan, S.K. Vellaiyappan, O. D. Mowforth [et al.] // *Global Spine Journal*. – 2025. – Vol. 15, No. 4. – P. 2400-2408.

167. Outcomes of whole-body photobiomodulation on pain, quality of life, leisure physical activity, pain catastrophizing, kinesiophobia, and self-efficacy: a prospective randomized triple-blinded clinical trial with 6 months of follow-up / S. Navarro-Ledesma, J.D. Carroll, A. González-Muñoz, P. Burton // *Frontiers in Neuroscience*. – 2024. – Vol. 18. – Art. 1456789.

168. Pathophysiological mechanisms of chronic compressive spinal cord injury due to vascular events / Z.-X. Ren, J.-H. Xu, X. Cheng [et al.] // *Neural Regeneration Research*. – 2022. – Vol. 18, No. 4. – P. 790-796.

169. Pathophysiology and natural history of cervical spondylotic myelopathy / S. K. Karadimas, W. M. Erwin, C.G. Ely [et al.] // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, No. 22, Suppl. 1. – P. 21-36.

170. Patients with degenerative cervical myelopathy have signs of blood spinal cord barrier disruption, and its magnitude correlates with myelopathy severity: a prospective comparative cohort study / C. Blume, M.F. Geiger, L.O. Brandenburg [et al.] // *European Spine Journal*. – 2020. – Vol. 29, No. 5. – P. 986-993.

171. Pattern and Rate of Functional Recovery After Surgery for Cervical Spondylotic Myelopathy: Egyptian Prospective Study / S. Elbhrawy, A. Abdou, H. ElSaghir [et al.] // *World Neurosurgery*. – 2021. – Vol. 150. – P. 279-286.

172. Popolizio, T. Degenerative Disorders of the Spine / T. Popolizio, R. Izzo. – Cham : Springer, 2019. – P. 1873-1918.

173. Posterior Surgical Techniques for Cervical Spondylotic Myelopathy: WFNS Spine Committee Recommendations / A. H. Bajamal, S.-H. Kim, M. R. Arifianto [et al.] // *Neurospine*. – 2019. – Vol. 16, No. 3. – P. 421-434.

174. Pre- and postoperative motor conduction times, measured using magnetic stimulation, in patients with cervical spondylosis / D. J. Jaskolski, R. J. Laing, J. A. Jarratt, J. Jukubowski // *British Journal of Neurosurgery*. – 1990. – Vol. 4, No. 3. – P. 187-192.

175. Prediction of surgical outcome in compressive cervical myelopathy: A novel clinicoradiological prognostic score / R. A. Aggarwal, S.K. Srivastava, S. K. Bhosale, P.S. Nemade [et al.] // Journal of Craniovertebral Junction & Spine. – 2016. – Vol. 7, No. 2. – P. 82-86.
176. Predictors of surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy / A. Karpova, F.T. Meng, S. Wang [et al.] // Spine. – 2013. – Vol. 38, No. 5. – P. 392-400.
177. Prevalence of Neck Pain in Patients with Degenerative Cervical Myelopathy and Short-Term Response After Operative Treatment: A Cohort Study of 664 Patients From 26 Global Sites / M. M. Schneider, J.H. Badhiwala, M.A. Alvi [et al.] // Global Spine Journal. – 2024. – Vol. 14, No. 3. – P. 830-838.
178. Prevalence of physical signs in cervical myelopathy: a prospective, controlled study / J. M. Rhee, J.A. Heflin, T. Hamasaki, B. Freedman // Spine. – 2009. – Vol. 34, No. 9. – P. 890-895.
179. Prognostic Factors Impacting Surgical Outcomes in Patients With Cervical Spondylotic Myelopathy / B. W. Su, V. Tadepalli, P.N. Kamalopathy, A. Shimer // Clinical Spine Surgery. – 2022. – Vol. 35, No. 10. – P. 412-419.
180. Proprioceptive Training with Visual Feedback Improves Upper Limb Function in Stroke Patients: A Pilot Study / J. He, C. Li, J. Lin [et al.] // Neural Plasticity. – 2022. – Vol. 2022. – Art. 1588090.
181. Quantitative assessment of myelopathy patients using motor evoked potentials produced by transcranial magnetic stimulation / T. Nakamae, N. Tanaka, K. Nakanishi [et al.] // European Spine Journal. – 2010. – Vol. 19, No. 5. – P. 685-690.
182. Radiographic cervical spine degenerative findings: a study on a large population from age 18 to 97 years / Y. Tao, F. Galbusera, F. Niemeyer [et al.] // European Spine Journal. – 2021. – Vol. 30, No. 2. – P. 431-443.
183. Recovery process following cervical laminoplasty in patients with cervical compression myelopathy: prospective cohort study / A. Suzuki, H. Misawa, M. Simogata [et al.] // Spine. – 2009. – Vol. 34, No. 26. – P. 2874-2879.

184. Rehabilitation for degenerative cervical myelopathy: systematic review and scoping review of UK patient information / T. O. Smith, C. Newton, A. Farrell [et al.] // *Spinal Cord*. – 2025. – Vol. 63, No. 9. – P. 482-491.
185. Rehabilitation to Improve Outcomes after Cervical Spine Surgery: Narrative Review / T. Sakaguchi, A. Heyder, M. Tanaka [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2024. – Vol. 13, No. 18. – Art. 5543.
186. Restuccia, D. The contribution of median nerve SEPs in the functional assessment of the cervical spinal cord in syringomyelia. A study of 24 patients / D. Restuccia, F. Mauguière // *Brain*. – 1991. – Vol. 114, Pt. 1B. – P. 361-379.
187. Return to work after surgery for degenerative cervical myelopathy: a nationwide registry-based observational study / V. V. Lønne, S. Hara, S. Gulati [et al.] // *Acta Neurochirurgica*. – 2023. – Vol. 165, No. 3. – P. 779-787.
188. Role of thyroid hormone receptors in timing oligodendrocyte differentiation / N. Billon, Y. Tokumoto, D. Forrest, M. Raff // *Developmental Biology*. – 2001. – Vol. 235, No. 1. – P. 110-120.
189. Shedid, D. Cervical spondylosis anatomy: pathophysiology and biomechanics / D. Shedid, E. C. Benzel // *Neurosurgery*. – 2007. – Vol. 60, No. 1, Suppl. 1. – P. 7-13.
190. Shi, Y. Optimal training strategy for body weight support treadmill training to enhance lower limb motor function and activity of daily living in persons with stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / Y. Shi, J. Liu, X. Zhang // *Frontiers in Neurology*. – 2025. – Vol. 16. – Art. 1523456.
191. Simó, M. Superior sensitivity of motor over somatosensory evoked potentials in the diagnosis of cervical spondylotic myelopathy / M. Simó, I. Szirmai, Z. Arányi // *European Journal of Neurology*. – 2004. – Vol. 11, No. 9. – P. 621-626. –
192. Smoking Is an Independent Risk Factor for 90-Day Readmission and Reoperation Following Posterior Cervical Decompression and Fusion / R. K. Badiee, A.K. Chan, J. Rivera [et al.] // *Neurosurgery*. – 2021. – Vol. 88, No. 6. – P. 1088-1094.
193. Sofroniew, M. V. Astrocyte barriers to neurotoxic inflammation / M. V. Sofroniew // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2015. – Vol. 16, No. 5. – P. 249-263.

194. Soft, skin-interfaced wireless electrogoniometry systems for continuous monitoring of finger and wrist joints / H.-S. Shin, J. Kim, N. Fadell [et al.] // *Nature Communications*. – 2025. – Vol. 16. – Art. 4426.

195. Structured postoperative physiotherapy in patients with cervical radiculopathy: 6-month outcomes of a randomized clinical trial / J. Wibault, B. Oberg, A. Dederling [et al.] // *Journal of Neurosurgery: Spine*. – 2018. – Vol. 28, No. 1. – P. 1-9.

196. Tan, S. The tracts, cytoarchitecture, and neurochemistry of the spinal cord / S. Tan, R. L. M. Faull, M. A. Curtis // *The Anatomical Record*. – 2023. – Vol. 306, No. 4. – P. 777-819.

197. Tetreault, L. A. Predictors of outcome in patients with degenerative cervical spondylotic myelopathy undergoing surgical treatment: results of a systematic review / L. A. Tetreault, A. Karpova, M. G. Fehlings // *European Spine Journal*. – 2015. – Vol. 24, No. 2. – P. 236-251.

198. Tetreault, L. A. Systematic review of magnetic resonance imaging characteristics that affect treatment decision making and predict clinical outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy / L. A. Tetreault, S. K. Karadimas, M. G. Fehlings // *Spine*. – 2013. – Vol. 38, No. 22, Suppl. 1. – P. 89-110.

199. Tetreault, L. A. The Natural History of Degenerative Cervical Myelopathy and the Rate of Hospitalization Following Spinal Cord Injury: An Updated Systematic Review / L. A. Tetreault, S. K. Karadimas, M. G. Fehlings // *Global Spine Journal*. – 2017. – Vol. 7, No. 3, Suppl. – P. 28-34.

200. Tetreault, L. Degenerative Cervical Myelopathy: A Practical Approach to Diagnosis / L. Tetreault, S. K. Karadimas, M. G. Fehlings // *Global Spine Journal*. – 2022. – Vol. 12, No. 8. – P. 1881-1893.

201. Tetreault, L. Degenerative Cervical Myelopathy: A Spectrum of Related Disorders Affecting the Aging Spine / L. Tetreault, S. K. Karadimas, M. G. Fehlings // *Neurosurgery*. – 2015. – Vol. 77, Suppl. 1. – P. 51-67.

202. Tetreault, L. Improving Assessment of Disease Severity and Strategies for Monitoring Progression in Degenerative Cervical Myelopathy / L. Tetreault, S. K.

Karadimas, M. G. Fehlings // *Global Spine Journal*. – 2022. – Vol. 12, No. 1, Suppl. – P. 64-77.

203. The clinical diagnostic utility of transcranial magnetic stimulation: Report of an IFCN committee / R. Chen, D. Cros, A. Curra [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. – 2008. – Vol. 119, No. 3. – P. 504-532.

204. The Effect of Ergotherapy on Functional Recovery of Upper Extremities in Patients with Traumatic Disease of the Cervical Spinal Cord in the Late Rehabilitation Period / D. Eraskin, A.N. Nalobina, S.I. Alekseeva [et al.] // *Human Sport Medicine*. – 2020. – Vol. 19, No. 4. – P. 117-124.

205. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review / J. E. Aman, N. Elangovan, I.-L. Yeh, J. Konczak // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2015. – Vol. 8. – Art. 1075.

206. The fate and function of oligodendrocyte progenitor cells after traumatic spinal cord injury / G. J. Duncan, S.B. Manesh, B.J. Hilton [et al.] // *Glia*. – 2020. – Vol. 68, No. 2. – P. 227-245.

207. The Frequency of Symptoms in Patients With a Diagnosis of Degenerative Cervical Myelopathy: Results of a Scoping Review / Z. Jiang, B. Davies, C. Zipser [et al.] // *Global Spine Journal*. – 2024. – Vol. 14, No. 4. – P. 1395-1421.

208. The ICF Core Set for stroke from the perspective of physicians: a worldwide validation study using the Delphi technique / I. Lemberg, I. Kirchberger, G. Stucki, A. Cieza // *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. – 2010. – Vol. 46, No. 3. – P. 377-388.

209. The impact of biofeedback in enhancing chronic pain rehabilitation: A systematic review of mechanisms and outcomes / A. Calderone, V. M. Mazzurco Masi, R. De Luca [et al.] // *Heliyon*. – 2025. – Vol. 11, No. 2. – Art. e41917.

210. The impact of preoperative neurological symptom severity on postoperative outcomes in cervical spondylotic myelopathy / G. R. Toci, J.A. Canseco, B. A. Karamian [et al.] // *Journal of Craniovertebral Junction & Spine*. – 2022. – Vol. 13, No. 1. – P. 94-100.

211. The Outcomes of Robotic Rehabilitation Assisted Devices Following Spinal Cord Injury and the Prevention of Secondary Associated Complications / C. Nistor-Cseppento, A. Gherle, N. Negrut [et al.] // *Medicina*. – 2022. – Vol. 58, No. 10. – Art. 1447.

212. The Pathophysiology of Degenerative Cervical Myelopathy and the Physiology of Recovery Following Decompression / F. Akter, X. Yu, X. Qin [et al.] // *Frontiers in Neuroscience*. – 2020. – Vol. 14. – Art. 138.

213. The Prevalence of Asymptomatic and Symptomatic Spinal Cord Compression on Magnetic Resonance Imaging: A Systematic Review and Meta-analysis / S. S. Smith, M.E. Stewart, B.M. Davies, M.R.N. Kotter // *Global Spine Journal*. – 2021. – Vol. 11, No. 4. – P. 597-607.

214. The Role of Magnetic Transcranial Stimulation in the Diagnosis and Post-Surgical Follow-Up of Cervical Spondylotic Myelopathy / F. Vázquez-Sánchez, M. del C. Lloria-Gil, A. I. Gómez-Menéndez [et al.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2023. – Vol. 20, No. 4. – Art. 3690.

215. The role of motor-evoked potentials in the management of cervical spondylotic myelopathy / F. Capone, F. C. Tamburrelli, F. Pilato [et al.] // *The Spine Journal*. – 2013. – Vol. 13, No. 9. – P. 1077-1079.

216. The role of neuronal plasticity in cervical spondylotic myelopathy surgery: functional assessment and prognostic implication / L. Bonosi, S. Musso, L. M. Cusimano [et al.] // *Neurosurgical Review*. – 2023. – Vol. 46, No. 1. – Art. 149.

217. The value of magnetic resonance imaging and computed tomography in the study of spinal disorders / F. Ruiz Santiago, A. J. Láinez Ramos-Bossini, Y. X.J. Wáng [et al.] // *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*. – 2022. – Vol. 12, No. 7. – P. 3947-3986.

218. Thyroid hormone administration enhances remyelination in chronic demyelinating inflammatory disease / M. Fernandez, A. Giuliani, S. Pirondi [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 2004. – Vol. 101, No. 46. – P. 16363-16368.

219. Timing of Recovery After Surgery for Patients With Degenerative Cervical Myelopathy: An Observational Study From the Canadian Spine Outcomes and Research Network / N. Evaniew, M. Coyle, R. Rampersaud [et al.] // *Neurosurgery*. – 2023. – Vol. 92, No. 2. – P. 271-282.

220. Topol, E. J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence / E. J. Topol // *Nature Medicine*. – 2019. – Vol. 25, No. 1. – P. 44-56.

221. Transcranial magnetic stimulation but not MRI predicts long-term clinical status in cervical spondylosis: a case series / S. N. Deftereos, E. Kechagias, C. Ioakeimidou, D. Georgonikou // *Spinal Cord*. – 2015. – Vol. 53, Suppl. 1. – P. 16-18.

222. Transcranial magnetic stimulation of the motor cortex correlates with objective clinical measures in patients with cervical spondylotic myelopathy / M. D. Mazur, A. White, S. McEvoy, E.F. Bisson // *Spine*. – 2014. – Vol. 39, No. 14. – P. 1113-1120.

223. Traumatic and nontraumatic spinal cord injury: pathological insights from neuroimaging / G. David, S. Mohammadi, A.R. Martin [et al.] // *Nature Reviews Neurology*. – 2019. – Vol. 15, No. 12. – P. 718-731.

224. Treatment of spasticity in spinal cord injury with botulinum toxin / R. Palazón-García, M. Alcobendas-Maestro, A. Esclarin-de Ruz, A. M. Benavente-Valdepeñas // *The Journal of Spinal Cord Medicine*. – 2019. – Vol. 42, No. 3. – P. 281-287.

225. Tsiptsios, I. Neurophysiological investigation of cervical spondylosis / I. Tsiptsios // *Electromyography and Clinical Neurophysiology*. – 2001. – Vol. 41, No. 5. – P. 305-313.

226. Ultrasound Imaging as a Visual Biofeedback Tool in Rehabilitation: An Updated Systematic Review / J. A. Valera-Calero, C. Fernández-de-las-Peñas, U. Varol [et al.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – Vol. 18, No. 14. – Art. 7554.

227. Upper Extremity Sensation After Surgery for Degenerative Cervical Myelopathy, Does it Change? An Observational Study from the Canadian Spine

Outcomes and Research Network (CSORN) / V. Karthikeyan, N. Dea, A.K. Malhotra [et al.] // *Spine*. – 2026. - Vol. 51, No. 12. - P. 825-833.

228. Virtual and Augmented Reality for Chronic Musculoskeletal Rehabilitation: A Systematic Review and Exploratory Meta-Analysis / T. Plavoukou, P. Staktopoulos, G. Papagiannis [et al.] // *Bioengineering*. – 2025. – Vol. 12, No. 7. – Art. 745.

229. Virtual reality-based training to augment recovery of hand dexterity after surgery for degenerative cervical myelopathy / V. B. Raju, R. Hauer, M. Ghassemi [et al.] // *Scientific Reports*. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – Art. 22785.

230. Wade, D. Rehabilitation – a new approach. Part four: a new paradigm, and its implications / D. Wade // *Clinical Rehabilitation*. – 2016. – Vol. 30, No. 2. – P. 109-118.

231. Wade, D. T. Describing rehabilitation interventions / D. T. Wade // *Clinical Rehabilitation*. – 2005. – Vol. 19, No. 8. – P. 811-818.

232. Yáñez-Sánchez, A. Effectiveness of the Armeo ® device in the rehabilitation of the upper limb of stroke's patients. A review of the literature / A. Yáñez-Sánchez, A. Cuesta-Gómez // *Revista De Neurologia*. – 2020. – Vol. 70, No. 3. – P. 93-102.

233. Young, W. F. Cervical spondylotic myelopathy: a common cause of spinal cord dysfunction in older persons / W. F. Young // *American Family Physician*. – 2000. – Vol. 62, No. 5. – P. 1064-1070.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**МОДИФИЦИРОВАННАЯ ШКАЛА ЯПОНСКОЙ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ
АССОЦИАЦИИ (mJOA)**

ФИО _____

Дата _____

**МОДИФИЦИРОВАННАЯ ШКАЛА ЯПОНСКОЙ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ
АССОЦИАЦИИ (mJOA)**

I. Оценка двигательной функции верхних конечностей
(выберите один вариант)

Характеристика	Баллы
Невозможно двигать руками	0
Невозможно есть ложкой, но можно двигать руками	1
Невозможно застегнуть пуговицы, но можно есть с помощью ложки	2
С большим трудом можно застегнуть пуговицы	3
При застегивании пуговиц возникают незначительные трудности	4
Нарушения отсутствуют	5

II. Оценка двигательной функции нижних конечностей
(выберите один вариант)

Характеристика	Баллы
Полная утрата двигательной и чувствительной функции	0
Сохранена чувствительность без возможности двигать ногами	1
Способен двигать ногами, но не может ходить	2
Способен ходить по ровной поверхности с использованием вспомогательных средств (трость, костыли)	3
Способен подниматься и/или спускаться по лестнице с поручнями	4
Умеренная или выраженная неустойчивость, но способность подниматься и/или спускаться по лестнице без опоры на перила сохранена	5

Характеристика	Баллы
Незначительная неустойчивость, но самостоятельная ходьба без посторонней помощи сохранена	6
Нарушения отсутствуют	7

III. Чувствительность

(выберите один вариант)

Характеристика	Баллы
Полная потеря чувствительности в руке	0
Выраженные нарушения чувствительности или боль	1
Незначительные нарушения чувствительности	2
Чувствительные нарушения отсутствуют	3

IV. Нарушение функции мочеиспускания

(выберите один вариант)

Характеристика	Баллы
Неспособность к произвольному мочеиспусканию	0
Выраженные затруднения при мочеиспускании	1
Затруднения мочеиспускания от легкой до умеренной степени	2
Нормальное мочеиспускание	3

Интерпретация mJOA:

- 15–17 баллов — легкая миелопатия
- 12–14 баллов — умеренная миелопатия
- 0–11 баллов — тяжелая миелопатия

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ШКАЛА НУРИК (NURICK)

ФИО _____

Дата _____

Критерии	Стадия
Признаки и симптомы вовлеченности нервного корешка без данных о патологии спинного мозга.	0
Признаки патологии спинного мозга. Трудностей с ходьбой нет.	1
Незначительные трудности с ходьбой, которые не мешают с работой в полное время.	2
Трудности с ходьбой, которые мешают работать полное время или выполнять всю домашнюю работу, но которые не настолько сильные, чтобы требовалась помощь постороннего при ходьбе	3
Способность ходить только с посторонней помощью или используя специальные приспособления для ходьбы (ходунки).	4
Возможность передвигаться только сидя или находится только в постели.	5

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ШКАЛА ОЦЕНКИ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ ASIA MOTOR SCORE

ФИО _____

Дата _____

ASIA motor score			
	Пр.	Лев.	КЛЮЧЕВЫЕ МЫШЕЧНЫЕ ГРУППЫ
C2			Сгибатели предплечья Разгибатели запястья Разгибатели предплечья Сгибатели дист. фаланги III пальца Абдукторы мизинца
C3			
C4			
C5			
C6			
C7			
C8			
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			
T6			
T7			
T8			
T9			
T10			
T11			
T12			
L1			
L2			Сгибатели бедра Разгибатели колена Тыльные сгибатели стопы Разгибатели большого пальца Подошвенные сгибатели стопы
L3			
L4			
L5			
S1			
S2			
S3			
S4-5			

0 = полный паралич
1 = пальпируемое или видимое сокращение

2 = активное движение, не преодолевающее силу тяжести
3 = активное движение, преодолевающее силу тяжести
4 = активное движение, преодолевающее некоторое сопротивление
5 = активное движение, преодолевающее полное сопротивление
NT = не тестировалось

СУММА + = ДВИЖЕНИЕ

(МАКСИМУМ) (50) (50) (100)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПРОСНИК КАЧЕСТВА ЖИЗНИ (EQ-5D-3L)

ФИО _____

Дата _____

Опросник качества жизни (EQ-5D-3L)**УКАЗАНИЕ: ЭТУ ФОРМУ ДОЛЖЕН ЗАПОЛНИТЬ ПАЦИЕНТ***

Отметьте галочкой один квадратик в каждом из разделов, приведенных ниже. Укажите такие ответы, которые наилучшим образом отражают состояние Вашего здоровья на сегодняшний день

1. ПОДВИЖНОСТЬ

- ☐ Я не испытываю трудностей при ходьбе
- ☐ Я испытываю некоторые трудности при ходьбе
- ☐ Я прикован (-а) к постели

2. УХОД ЗА СОБОЙ

- ☐ Я не испытываю трудностей при уходе за собой
- ☐ Я испытываю некоторые трудности с мытьем или одеванием
- ☐ Я не в состоянии сам (-а) мыться или одеваться

3. ПОВСЕДНЕВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

(например: работа, учеба, работа по дому, участие в делах семьи, досуг)

- ☐ Я не испытываю трудностей в моей привычной повседневной деятельности
- ☐ Я испытываю некоторые трудности в моей привычной повседневной деятельности
- ☐ Я не в состоянии заниматься своей привычной повседневной деятельностью

4. БОЛЬ/ДИСКОМФОРТ

- ☐ Я не испытываю боли или дискомфорта
- ☐ Я испытываю умеренную боль или дискомфорт
- ☐ Я испытываю крайне сильную боль или дискомфорт

5. ТРЕВОГА/ДЕПРЕССИЯ

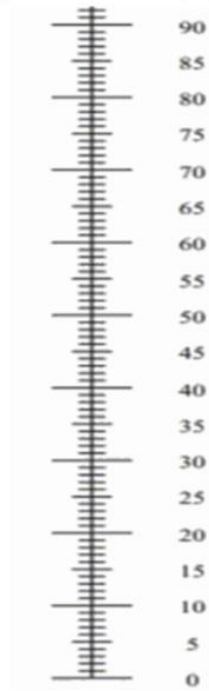
- ☐ Я не испытываю тревоги или депрессии
- ☐ Я испытываю умеренную тревогу или депрессию
- ☐ Я испытываю крайне сильную тревогу или депрессию

Мы хотели бы узнать, как Вы оцениваете состояние своего здоровья на СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ.

- Перед Вами шкала от 0 до 100.
- 100 означает наилучшее состояние здоровья, которое вы можете представить.

- 0 – наихудшее состояние здоровья, которое вы можете представить.
- Поставьте крестик “X” на шкале в том месте, которое, по Вашему мнению, соответствует состоянию Вашего здоровья СЕГОДНЯ
- Теперь впишите отмеченное Вами на шкале число в приведенный ниже квадрат.

Наилучшее состояние здоровья,
которое можно себе представить



Наихудшее состояние здоровья,
которое можно себе представить

СОСТОЯНИЕ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ СЕГОДНЯ =

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ШКАЛА ДЕПРЕССИИ БЕКА (BDI)

ФИО _____

Дата _____

Опросник депрессии Бека (Beck's Depression Inventory, BDI)

Инструкция. Этот опросник состоит из 21 групп утверждений. Прочтите внимательно и обведите кружком номер (0, 1, 2, 3) утверждения, наилучшим образом отражающего Ваше самочувствие в течение ПОСЛЕДНЕЙ НЕДЕЛИ, включая СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ. Если подходящими кажутся несколько утверждений в группе, обведите каждое из них. Убедитесь, что Вы прочитали все утверждения в каждой группе прежде, чем сделать выбор.

1.

0 Мне не грустно.

1 Я чувствую печаль большую часть времени.

2 Я все время печален.

3 Я так печален и несчастлив, что я не могу этого вынести.

2.

0 Я не тревожусь о своем будущем.

1 Я тревожусь о будущем больше обычного.

2 Я чувствую, что меня ничего не ждет в будущем.

3 Мое будущее безнадежно и будет еще хуже

3.

0 Я не чувствую себя неудачником.

1 Я потерпел больше неудач, чем следовало бы.

2 Когда я оглядываюсь на свою жизнь, я вижу в ней много неудач.

3 Я чувствую, что как личность я - полный неудачник.

4.

0 Я получаю так же много удовольствия от того, чем я всегда наслаждался.

1 Я не получаю такого же удовольствия, как раньше.

2 Я получаю совсем немного удовольствия от тех вещей, которыми привык наслаждаться.

3 Я не получаю никакого удовольствия от того, чем обычно наслаждался

5.

0 Я не чувствую себя виноватым в чем-либо.

1 Я чувствую себя виноватым за многое, что я сделал или должен был бы сделать.

2 Я чувствую себя виноватым большую часть времени.

3 Я чувствую себя виноватым все время

6.

0 У меня нет чувства, что меня наказывают.

1 У меня такое чувство, что меня наказывают.

2 Я жду неминуемого наказания.

3 У меня такое чувство, будто меня наказывают.

7.

0 Мое отношение к себе не изменилось.

1 Я потерял уверенность в себе.

2 Я разочарован в себе.

3 Я не люблю себя.

8.

0 Я критикую или обвиняю себя не больше, чем обычно.

1 Я более критичен к себе, чем раньше.

2 Я критикую себя за все свои ошибки.

3 Я виню себя во всем плохом, что происходит.

9.

0 Я никогда не думал покончить с собой.

1 У меня есть мысли о том, чтобы покончить с собой, но я этого не сделаю.

2 Я хотел бы покончить с собой.

3 Я бы убил себя, если бы представился случай

10.

0 Я плачу не больше, чем обычно.

1 Я плачу больше, чем обычно.

2 Я плачу по любому незначительному поводу.

3 Мне хочется плакать, но уже не могу.

11.

0 Я не более беспокоен или взволнован, чем обычно.

1 Я чувствую себя более беспокойно или взволнованно, чем обычно.

2 Я так взволнован и обеспокоен, что мне трудно оставаться на месте.

3 Я так взволнован и взвинчен, что мне нужно двигаться или делать хоть что-нибудь

12.

0 Я не утратил интереса к другим людям и делам.

1 Я меньше интересуюсь другими людьми и делами.

2 Я практически потерял интерес к другим людям и делам.

3 Мне тяжело заинтересоваться чем-либо.

13.

0 Я принимаю решения так же, как всегда.

1 Принятие решений дается мне труднее, чем обычно.

2 Мне гораздо труднее, чем раньше, дается принятие решений.

3 У меня есть проблемы с принятием любых решений

14.

0 Я не чувствую себя бесполезным.

1 Я не чувствую себя таким же стоящим и полезным, как раньше.

2 Я чувствую себя менее полезным по сравнению с другими людьми.

3 Я чувствую себя совершенно никчемным

15.

0 Я энергичен так же, как всегда.

1 У меня меньше энергии, чем обычно.

2 Мне не хватает сил на очень многое.

3 У меня ни на что не хватает сил.

16.

0 Я могу спать так же хорошо, как и обычно.

1 Я сплю не так хорошо, как всегда.

2 Я просыпаюсь на 1-2 часа раньше, чем обычно и с трудом могу заснуть снова.

3 Я просыпаюсь на несколько часов раньше обычного и не могу снова заснуть.

17.

0 Я не более раздражителен, чем обычно.

1 Я более раздражителен, чем обычно.

2 Я гораздо более раздражителен, чем обычно.

3 Я всегда раздражен

18.

0 Мой аппетит не хуже, чем обычно.

1 У меня не такой хороший аппетит, как был раньше.

2 Сейчас мой аппетит стал намного хуже.

3 Я вообще потерял аппетит.

19.

0 Я могу сосредоточиваться так же хорошо, как всегда.

1 Я не могу сконцентрироваться так же хорошо, как обычно.

2 Мне трудно сосредоточиться на чем-то надолго.

3 Я считаю, что не могу сконцентрироваться ни на чем.

20.

0 Я не более уставший или утомленный, чем обычно.

1 Я устаю или утомляюсь легче, чем обычно.

2 Я слишком устал и утомлен, чтобы делать многое из привычных для себя вещей.

3 Я слишком устал и утомлен, чтобы делать большинство привычных дел.

21.

0 Я не заметил никаких изменений в своем интересе к сексу.

1 Секс интересует меня меньше, чем раньше.

2 Сейчас секс интересует меня гораздо меньше.

3 Я полностью потерял интерес к сексу.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ОПРОСНИК ИНДЕКС ОГРАНИЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИЗ-ЗА
БОЛИ В ШЕЕ (NDI)

ФИО _____

Дата _____

Опросник индекс ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее (Neck Disability Index, NDI)

Опросник разработан специально для того, чтобы помочь нам понять, насколько боль в шее ограничивает вашу жизнедеятельность. Пожалуйста, отметьте одно из утверждений каждого раздела, которое точнее всего соответствует вашему состоянию на сегодня.

1. Интенсивность боли в шее.

- ☐ В настоящий момент у меня нет боли в шее.
- ☐ В настоящий момент боль в шее очень лёгкая.
- ☐ В настоящий момент боль в шее умеренная.
- ☐ В настоящий момент боль в шее довольно сильная.
- ☐ В настоящий момент боль в шее очень сильная.
- ☐ В настоящий момент боль в шее самая сильная из всех болей, которые только можно себе представить.

2. Самообслуживание (умывание, одевание и т.п.).

- ☐ Я могу обслуживать себя нормально без особой боли в шее.
- ☐ Я могу обслуживать себя нормально с некоторой болью в шее.
- ☐ Самообслуживание причиняет мне боль в шее, и мне приходится быть медлительным и осторожным.
- ☐ Я нуждаюсь в посторонней помощи, но в основном, обслуживаю себя самостоятельно.
- ☐ Чтобы обслуживать себя нормально, я по большей части нуждаюсь в ежедневной посторонней помощи.
- ☐ Я не могу самостоятельно одеться. Я с трудом умываюсь и остаюсь в постели.

3. Поднимание предметов.

- ☐ Я могу поднимать тяжёлые предметы без особой боли в шее.
- ☐ Я могу поднимать тяжёлые предметы с некоторой болью в шее.

☐ Боль в шее мешает мне поднимать тяжёлые предметы с пола, но я могу справиться, если они расположены удобно, например – на столе.

☐ Боль в шее мешает мне поднимать тяжёлые предметы с пола, но я могу справиться с лёгкими

предметами или предметами средней тяжести, если они удобно расположены.

☐ Я могу поднимать только очень лёгкие предметы.

☐ Я вообще не могу ни поднять, ни перенести что-либо.

4. Чтение (в том числе с экрана компьютера).

☐ Я могу читать столько, сколько захочу, без боли в шее.

☐ Я могу читать столько, сколько захочу, с лёгкой болью в шее.

☐ Я могу читать столько, сколько захочу, с умеренной болью в шее.

☐ Я не могу читать столько, сколько захочу, из-за умеренной боли в шее.

☐ Я не могу читать столько, сколько захочу, из-за сильной боли в шее.

☐ Из-за боли в шее я не могу читать совсем.

5. Головная боль.

☐ У меня нет головных болей.

☐ Иногда меня беспокоит лёгкая головная боль.

☐ Иногда меня беспокоит умеренная головная боль.

☐ Меня часто беспокоит умеренная головная боль.

☐ Меня часто беспокоит сильная головная боль.

☐ Голова болит постоянно.

6. Концентрация внимания, сосредоточение.

☐ Я могу полностью сосредоточиться без особых затруднений.

☐ Я могу полностью сосредоточиться с небольшими затруднениями.

☐ Чтобы сосредоточиться, мне нужно приложить достаточное усилие.

☐ Мне довольно трудно сосредоточиться.

☐ Мне крайне тяжело сосредоточиться.

☐ Я не могу сосредоточиться совсем.

7. Работоспособность.

☐ Я могу работать столько, сколько необходимо вообще без боли в шее.

☐ Я могу работать, сколько необходимо, с лёгкой болью в шее.

☐ Я работаю столько, сколько необходимо, с умеренной болью в шее.

☐ Я не могу работать столько, сколько необходимо, из-за умеренной боли в шее.

☐ Из-за сильной боли в шее я с трудом делаю какую-либо работу.

☐ Из-за сильной боли в шее я не могу работать совсем.

8. Вождение.

☐ Я могу водить машину вообще без боли в шее.

☐ Я могу водить машину столько, сколько захочу, с лёгкой болью в шее.

- ☐ Я могу водить машину столько, сколько захочу, с умеренной болью в шее.
- ☐ Я не могу водить машину столько, сколько захочу, из-за умеренной боли в шее.
- ☐ Из-за сильной боли в шее я с большим трудом могу водить машину.
- ☐ Из-за боли в шее я не могу водить машину совсем.

9. Сон.

- ☐ У меня нет проблем со сном.
- ☐ Из-за боли в шее мой сон слегка нарушен (менее чем один час бессонницы).
- ☐ Из-за боли в шее мой сон немного нарушен (1-2 часа бессонницы).
- ☐ Из-за боли в шее мой сон умеренно нарушен (2-3 часа бессонницы).
- ☐ Из-за боли в шее мой сон сильно нарушен (3-5 часов бессонницы).
- ☐ Из-за боли в шее мой сон полностью нарушен (5-7 часов бессонницы).

10. Отдых и Досуг (свободное время).

- ☐ Я могу отдыхать и развлекаться вообще без боли в шее.
- ☐ Я могу отдыхать и развлекаться с некоторой болью в шее.
- ☐ Из-за боли в шее мне доступно большинство, но не все виды отдыха и развлечений.
- ☐ Из-за боли в шее мне доступны лишь некоторые виды отдыха и развлечений.
- ☐ Из-за боли в шее я могу отдыхать и развлекаться с большим трудом.
- ☐ Из-за боли в шее я совсем не могу отдыхать и развлекаться.

Способ оценки степени ограничения жизнедеятельности из-за боли в шее.

Опросник содержит всего 10 разделов; в свою очередь, каждый из десяти разделов содержит по 6 утверждений. Каждому утверждению присваивают балл от 0 до 5 так, что первому утверждению соответствует 0, а последнему – 5. Так, например, утверждению первого раздела «в настоящий момент боль в шее умеренная» соответствует 2 балла, а утверждению «в настоящий момент боль в шее довольно сильная» - 3 балла.

Интерпретация результатов в баллах: 0 – 4 баллов = нет ограничения жизнедеятельности; 5 – 14 = ограничение лёгкое; 15 – 24 = умеренное; 25 – 34 = сильное; > 35 = полное.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ТЕСТ ДЛЯ РУКИ ФРЕНЧАЙ (FAT)

ФИО _____
Дата _____

Тест для руки Френчай (The Frenchay Arm Test, FAT)

Методика проведения теста: исходное положение для каждого задания: сидя за столом, руки лежат на коленях, все задания выполняются пораженной рукой, за каждое успешно выполненное задание больной получает 1 балл (максимум 5 баллов), за невыполненное – 0 баллов.

Задание

1. Удерживать линейку и с ее помощью начертить линию, держа карандаш в другой (непораженной) руке. задание считается выполненным успешно, если линейка удерживается стабильно
2. Взять в руку цилиндр диаметром 1,2 и длиной 5 см, поставленный вертикально на расстоянии 15–30 см от края стола, поднять на высоту около 30 см и затем опустить на место, не уронив при этом
3. Взять стакан, наполовину наполненный водой и поставленный на расстоянии 15–30 см от края стола, отпить воды и поставить стакан на место, не расплескав при этом воду
4. Снять, а затем установить на прежнее место бельевую прищепку, укрепленную на вертикальном кольшке длиной 15 и диаметром 1 см. Кольшек укреплен на квадратной дощечке (длина стороны 10 см), расположенной на расстоянии 15–30 см от края стола. Пациент не должен уронить прищепку или кольшек.
5. Причесать волосы (или имитировать причесывание). Пациент должен расчесать волосы на макушке, на затылке, с правой и левой стороны

Интерпретация:

5 баллов – нет нарушений,
4 балла – легкие нарушения;
3 балла – умеренные нарушения;
1-2 балла – тяжелые нарушения;
тест невыполним - абсолютные нарушения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Динамика количественных показателей в зависимости от степени тяжести по mJOA в сравниваемых группах

Динамика восстановления чувствительности и нейрофизиологических показателей ССВП на корковом уровне (Me [IQR])	Миелопатия до операции по mJOA	Сторона поражения	БОС+НИЛТ (N=18)			БОС (N=18)			Контрольная (N=18)			Р (до операции; через 6 месяцев)
			До операции	После операции	% изменений	До операции	После операции	% изменений	До операции	После операции	% изменений	
N13-N20, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	6,48 [5,96; 6,74]	5,98 [5,84; 6,7]	-7,7	6,41 [6,23; 6,64]	6,14 [5,89; 6,28]	-4,2	6,16 [5,97; 6,41]	5,92 [5,84; 6,26]	-4	0,477 0,739
		Слева	6,49 [6,1; 6,92]	5,9 [5,87; 6,48]	-9	6,24 [5,95; 6,48]	5,92 [5,8; 6,39]	-5,1	6,14 [6,04; 6,42]	5,88 [5,88; 6,29]	-4,2	0,658 0,925
	Тяжелая (≤12)	Справа	7,72 [7,06; 9,38]	6,54 [6,28; 7,6]	-15,3	7,68 [6,77; 8,06]	7,22 [6,56; 7,45]	-6	7,15 [6,95; 8,17]	6,75 [6,5; 7,07]	-5,6	0,668 0,680
		Слева	7 [6,58; 7,8]	6,32 [5,9; 6,8]	-9,7	7,28 [7; 7,85]	6,77 [6,6; 7,18]	-7	7 [6,54; 7,78]	6,66 [6,33; 7,25]	-5	0,403 0,136
N20-P23 амплитуда, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	2,34 [1,68; 3,65]	2,6 [2,41; 3,95]	11,1	2,81 [2,54; 2,85]	2,78 [2,72; 2,92]	-1,1	2,49 [2,05; 2,6]	2,6 [1,75; 2,69]	12	0,121 0,292
		Слева	2,84 [2,44; 5,64]	3,15 [2,65; 5,55]	10,9	2,57 [2,14; 2,85]	2,68 [2,5; 2,84]	4,3	2,44 [1,9; 2,55]	2,57 [2,01; 2,7]	5,3	0,250 0,057
	Тяжелая (≤12)	Справа	2,22 [1,9; 5,43]	2,4 [2,4; 4,1]	8,1	1,89 [1,73; 2,17]	2,12 [2,00; 2,23]	12,2	2,2 [1,98; 2,88]	2,3 [2,19; 2,41]	4,5	0,295 0,073
		Слева	2,27	2,75	21,	2,02	2,27	12,	2,42	2,5		0,217

			[1,56; 2,52]	[2,13; 3,1]	1	[1,75; 2,23]	[1,91; 2,39]	4	[1,97; 2,7]	[2,25; 2,72]	3,3	0,133
N13, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	13,4 [12,3; 13,64]	12,9 [12,5; 13,21]	-3,7	13,5 [13,35;13,6]	13,4 [13,2; 13,53]	-0,8	13,6 [13,51; 13,7]	13,5 [13,46;13,7]	-0,6	0,290 0,020* p ₁₋₃ = 0,019*
		Слева	13,4 [13,1; 13,54]	13,2 [13,1; 13,38]	-1,5	13,7 [13,52; 13,9]	13,4 [13,3; 13,7]	-2,2	13,4 [13,29; 13,49]	13,4 [13,35;13,3 9]	-0,3	0,128 0,119
	Тяжелая (≤12)	Справа	14 [12,5; 14,18]	13,7 [13,3; 13,83]	-2,1	14 [13,69; 14,4]	13,7 [13,53; 14,22]	-2,2	14,1 [13,84; 14,2]	13,9 [13,7; 14,27]	-1,7	0,800 0,157
		Слева	14 [13,2; 14,27]	13,5 [13; 13,97]	-3,6	14 [13,76; 14,29]	13,7 [13,31; 13,95]	-1,7	14 [13,61; 14,2]	13,7 [13,36; 14,02]	-1,8	0,939 0,597
N20, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	19,8 [18,65;20 ,21]	19,3 [18,75;19 ,73]	-2,5	19,9 [19,76; 20,3]	19,6 [19,46; 19,8]	-1,5	19,8 [19,61; 19,94]	19,7 [19,63; 19,87]	-3,5	0,434 0,033* P ₁₋₃ = 0,03*
		Слева	20 [19,47;20 ,19]	19,5 [19,15;19 ,55]	-2,5	19,9 [19,2; 19,93]	19,7 [19,2; 19,93]	-1	19,7 [19,45; 19,91]	19,5 [19,37; 19,78]	-1	0,707 0,427
	Тяжелая (≤12)	Справа	21,5 [20,4; 22,4]	20,2 [20;21,53]	-6,1	21,6 [20,67; 22,34]	21,1 [20,18; 21,89]	-2,3	21,1 [20,84; 22,44]	20,6 [20,33; 21,0]	-2,5	0,997 0,085
		Слева	21,3 [20,3; 22,9]	20,3 [19,6;20, 8]	-4,7	21,4 [20,8; 21,84]	20,7 [20,28; 21,38]	-3,3	20,9 [20,4; 21,69]	20,5 [19,86; 21,42]	-1,9	0,709 0,410
N22, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	22,4 [20,8; 22,68]	22,20 [21,65;22 ,47]	-0,9	22,2 [22,14; 22,82]	22,3 [22,14; 22,59]	0,1	22,2 [22,12; 22,26]	22,1 [22,1; 22,3]	-0,1	0,640 0,419
		Слева	22,4 [21,6;	22,2 [22,04;22	-0,9	22,5 [22,3;	22,3 [22,14;	-0,9	22,2 [21,56;	22,2 [22,05;	<-0,1	0,087 0,340

			22,62]	,45]		22,7]	22,53]		22,28]	22,27]		
	Тяжелая (≤ 12)	Справа	22,1 [20,7; 23,7]	22,5 [21,5;23, 12]	1,8	23,9 [23,10; 24,24]	23,5 [22,81; 23,67]	-1,7	23,1 [22,83; 23,53]	23 [22,71; 23,35]	-0,4	0,160 0,055
		Слева	23,2 [21,3; 24,3]	22,8 [22;23]	-1,7	23,3 [23,10; 23,91]	22,9 [22,57; 23,3]	-1,7	23,2 [22,94; 23,38]	22,9 [22,75; 23,08]	-1,3	0,944 0,654
P38, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	39,6 [38,56; 40,85]	38,5 [38,07;39 ,15]	-2,8	38,5 [38,29; 39,67]	38,4 [38,14; 39,19]	-0,3	38,3 [37,78; 38,5]	38,4 [38,15; 38,45]	0,3	0,095 0,515
		Слева	39,1 [38,23; 39,9]	38,4 [37,74;39 ,12]	-1,8	39 [38,71; 42,4]	38,6 [38,55; 41,8]	-1	38,6 [38,4; 38,8]	38 [37,59; 38,57]	-1,6	0,324 0,090
	Тяжелая (≤ 12))	Справа	41,5 [39,60; 43,20]	39,9 [38,4; 40,7]	-3,9	41,6 [40,11; 42,79]	40,7 [40,16; 41,42]	-2,2	41,5 [40,03; 42,50]	40,9 [39,51; 42,16]	-1,5	0,970 0,186
		Слева	40,3 [37,4; 44,43]	39,6 [37,50;41 ,40]	-1,7	41,1 [40,22; 41,17]	40,2 [39,38; 40,74]	-2,2	40,4 [40,17; 41,90]	39,9 [39,65; 41,54]	-1,2	0,750 0,620
N22-P38, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	17,3 [16,47; 18,1]	16,5 [16,23;16 ,94]	-4,6	16,6 [16,12; 19,2]	16,4 [16,04; 18,60]	-1,2	16,3 [15,16; 16,65]	16,2 [16,17; 16,68]	1,3	0,114 0,614
		Слева	17,2 [16,33; 17,7]	16,3 [15,84;16 ,65]	-5,2	16,5 [16,23; 20,1]	16,4 [16,31; 19,4]	-0,6	16,2 [15,95; 16,4]	16 [15,26; 16,34]	-1,3	0,181 0,059
	Тяжелая (≤ 12)	Справа	18,6 [17,67; 20,2]	17 [16,5;18, 1]	-8,6	18,1 [17,42; 18,95]	17,3 [17,01; 18,1]	-4,4	18 [17,11; 19,01]	17,1 [16,84; 18,64]	-1,7	0,582 0,433
		Слева	18,00 [16,82; 20,80]	17,3 [15,4;18, 6]	-4	17,9 [17,4; 18,96]	17,3 [16,99; 18,02]	-3,4	17,7 [17,12; 18,88]	17,2 [16,83; 18,32]	-2,8	0,864 0,861
	Легкая (>12)	Справа	1,68 [1,5; 2,1]	2,03 [1,55;	20,	1,31 [1,23;	1,47 [1,07;	12, 2	1,75 [1,66;	1,92 [1,8; 2,2]	9,7	0,137 0,041*

N35-P38 амплитуда, Ме [IQR]				2,21]	8	1,64]	1,58]		2,25]			P ₂₋₃ = 0,021*
	Слева	1,47 [1,16; 1,89]	1,58 [1,25; 2,03]	7,5	1,54 [1,36; 1,77]	1,78 [1,3; 1,91]	15, 6	1,99 [1,8; 2,25]	1,88 [1,59; 2,28]	-5,5	0,113 0,651	
	Тяжелая (≤12)	Справа	0,94 [0,68; 2,43]	1,24 [1,1; 2,2]	36, 2	1,23 [0,71; 1,87]	1,37 [0,95; 1,91]	11, 4	0,9 [0,81; 1,8]	1 [0,75; 1,74]	11	0,899 0,807
		Слева	1,18 [0,9; 2,39]	1,5 [1,35; 2,2]	27, 1	1,21 [0,77; 1,98]	1,39 [1,09; 1,94]	14, 9	0,9 [0,62; 1,53]	1,23 [0,88; 1,6]	36,7	0,477 0,170
Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)												

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Динамика восстановления двигательной активности в зависимости от степени mJOA в сравниваемых группах

Динамика восстановления чувствительности и нейрофизиологических показателей ССВП на корковом уровне (Me [IQR])	Миелопатия до операции по mJOA	Сторона поражения	БОС+НИЛТ (N=16)			БОС (N=16)			Контрольная (N=16)			Р (до операции; через 6 месяцев)
			До операции	После операции	% изменений	До операции	После операции	% изменений	До операции	После операции	% изменений	
ВЦМП, Me [IQR], M ± SD	Легкая (>12)	Справа	8,25 [6,6; 8,81]	6,27 [6,2; 7,1]	- 23,4	8,57 [7,5; 10,47]	7,52 [6; 8,2]	- 12,3	8,79 [7,66;8,99]	7,4 [6,95; 7,8]	-15,8	0,922 0,297
		Слева	8,1 [7,88; 8,62]	6,51 [6,24; 7,57]	-20	7,02 [6,51; 9,5]	5,9 [5,51; 6,1]	- 15,6	8,4 [6,96; 9,12]	7,2 [6,59; 7,82]	-14,2	0,788 0,063
	Тяжелая (≤12)	Справа	14,58 ± 5,28	10,65 ± 4,94	- 26,9	15,25 ± 2,96	12,7 ± 2,85	- 16,7	17,65 ± 6,13	15 ± 5,83	-15	0,361 0,491
		Слева	14,72 ± 4,67	11,3 ± 4,04	- 23,2	14,26 ± 4,47	12 ± 4,05	- 15,8	17,6 ± 5,77	15,14 ± 5,6	-14	0,231 0,288
Латентность КВМО, Me [IQR]	Легкая (>12)	Справа	24,04 [22,06; 25,39]	21,22 [20,56; 22,65]	- 11,8	22,6 [21,47; 22,79]	20,12 [19,24; 20,69]	- 10,9	22,4 [22,14; 22,9]	20,4 [20,3; 20,61]	-8,9	0,542 0,096
		Слева	22,02 [21,7; 23,50]	20,33 [20,07;20,61]	-7,8	21,36 [20,88; 23,45]	20,25 [20,1; 21,7]	-5,2	22,4 [22,05; 22,82]	20,21 [19,8; 21,5]	-9,7	0,702 0,998
	Тяжелая (≤12)	Справа	28,56 ± 4,99	25 ± 4,89	- 12,5	30,31 ± 2,43	25,73 ± 2,53	- 15,1	32,22 ± 5,79	29,08 ± 5,95	-9,7	0,294 0,206
		Слева	29,64 ± 5,32	23,9 ± 4	- 19,4	29,31 ± 4,02	24,98 ± 2,86 -14,7		32,95 ± 6,4	29,62 ± 5,88	-10,1	0,235 0,066
	Легкая	Справа	14,3 ± 1,9	13,53 ± 1,9	-5,4	14,26 ± 1,2	13,68 ± 1,12	-4	14,03 ± 1,01	13,8 ±	-1,6	0,542

Латентность СВМО, М ± SD	(>12)									0,79		0,096
		Слева	13,91 ± 1,3	12,71 ± 1,31	-8,6	13,75 ± 2,01	13,46 ± 1,74	-2,1	14,32 ± 1,31	14,17 ± 1,15	-1,1	0,702 0,998
	Тяжелая (≤12)	Справа	14,44 ± 0,66	13,72 ± 0,56	-5	15,1 ± 1,01	14,66 ± 0,9	-3	14,36 ± 0,76	13,9 ± 1,17	-3,2	0,294 0,206
		Слева	14,23 ± 0,95	13,62 ± 1,11	-4,3	15,05 ± 1,07	14,43 ± 0,95	-4,1	15,12 ± 1,77	14,51 ± 1,6	-4	0,235 0,066
Разница ВЦМП, Ме [IQR]	Легкая (>12)	Справа	1,35 [0,4; 3,32]			1,99 [1,4; 2,72]			1,39 [0,2; 1,85]			0,381
		Слева	1,32 [0,97; 1,47]			1,23 [1,14; 2,75]			0,55 [0,28; 1,3]			0,355
	Тяжелая (≤12)	Справа	3,64 [2,83; 4,44]			3,22 [2,93; 3,29]			2,66 [2,17; 3,18]			0,182
		Слева	3,66 [3,33; 4,01]			2,25 [2,07; 3,1]			2,84 [1,59; 3,04]			0,153
Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)												

СПИСОК ПАЦИЕНТОВ

№ п/п	Фамилия	№ и/б	№ п/п	Фамилия	№ и/б
1	К-ва Е.А.	26879/14	46	Ш-ал М.С.	19977/С2025
2	Я-ич В.А.	57867/21	47	Л-ко Г.В.	22903/С2021
3	Ц-ва В.М.	8646/25	48	Л-на И.А.	44215/22
4	Б-ов В.Ю.	41030/24	49	Т-на Н.А.	6331/С2024
5	Т-ов Н.Н.	24052/24	50	Д-ва Т.В.	22558/С2024
6	Я-ич С.Н.	57939/19	51	О-ов А.Т.	37742/С2021
7	К-ин В.А.	33023/13	52	С-ев А.М.	13677/С2022
8	Н-ин Д.П.	30137/24	53	Я-ев А.Г.	29857/20
9	В-ов В.П.	18899/С2024	54	Щ-ов	15229/С2022
10	Ц-ой И.К.	54595/24	55	Г-ев А.А.	25682/20
11	С-ов А.Б.	35285/18	56	М-ер М.С.	7488/С2022
12	Г-ов И.И.	14661/24	57	Ш-па С.Н.	11721/С2025
13	Г-ко И.Ф.	11957/С2024	58	М-ов В.И.	3306/С2022
14	П-ко М.А.	21808/24	59	С-ов В.А.	10364/С2024
15	С-ва Ч.С.	8041/24	60	Г-ев А.Ю.	25143/С2024
16	Г-ва И.Х.	33113/24	61	П-ва Е.В.	8830/25
17	К-ва М.В.	71630/23	62	А-ва Г.Б.	28155/20
18	З-ва И.П.	21514/С2021	63	Г-ва Т.А.	19277/С2023
19	К-ва Н.Ю.	12141/С2025	64	Н-на С.А.	26807/С2022
20	Х-ва Б.А.	18480/21	65	Р-ая Т.И.	28494/С2022
21	А-ва Е.В.	57875/23	66	Т-ов Д.С.	17917/С2024
22	А-ев Р.Н.	13310/15	67	С-ин С.Л.	4124/С2024
23	П-ий П.А.	25391/24	68	Г-ко В.Н.	3132/С2022
24	Ж-ев А.А.	20392/25	69	Г-ов И.А.	6711/С2025
25	К-ин Р.О.	15079/21	70	Т-ян С.А.	35578/18
26	К-ов С.А.	6843/25	71	К-ко И.Г.	49579/22
27	К-ри А.А.	71409/24	72	К-ко В.И.	19153/С2024
28	К-ов Г.Г.	40861/21	73	К-ов Е.Ф.	35579/С2022
29	Х-ев Д.А.	1939/25	74	Х-ко А.А.	6430/С2021
30	Х-ов Ю.Г.	26107/24	75	Р-ин А.А.	26164/С2020
31	С-ва А.И.	67419/23	76	Б-ев Х.У.	36373/С2022
32	В-на Л.И.	23452/С2025	77	Г-ий И.В.	7134/С2021
33	В-ва О.Н.	21021/С2021	78	П-на О.А.	30863/С2020
34	Г-ва Т.А.	17782/С2025	79	С-ук Е.Н.	20219/С2020
35	Т-ин Л.П.	8890/С2021	80	Ш-ко М.М.	8288/С2025
36	Г-ев В.А.	5044/С2024	81	С-ва Е.А.	13323/С2024
37	К-ов В.Н.	20499/С2022	82	С-ко А.Ю.	15590/С2024
38	Н-ин Э.В.	24918/С2025	83	Б-ва Д.С.	8054/С2024
39	Я-ов Н.А.	10494/С2022	84	А-ев В.Н.	25494/С2024
40	Ш-ов М.М.	34248/С2024	85	А-ов С.Н.	2797/С2022
41	Р-ев М.А.	9979/С2022	86	Ш-ец Б.И.	12526/С2021
42	М-ов А.М.	26591/С2024	87	К-ко Д.Е.	17329/С2025
43	М-ов Д.Г.	7173/С2022	88	П-ин А.В.	16637/С2021
44	А-ва Н.Г.	19623/С2024	89	М-ов А.К.	38758/19
45	В-ая С.А.	15209/С2025	90	Е-ин С.С.	34667/С2024

УТВЕРЖДАЮ
И.О. Главный врач
СПб ГБУЗ «Александровская больница»
К.М.Н. Е.В.Рошковская
«4» _____ 2026 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в лечебный процесс неврологических отделений СПб ГБУЗ «Александровская больница» результатов научной работы по результатам кандидатской диссертации на тему: «Комплексный подход к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела» выполненной Каледой Павлом Владимировичем соискателем кафедры неврологии с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: и.о. заместителя главного врача по неврологии С.Ю. Боренов, заведующей 1 неврологическим отделением Н.В. Корно, заведующей 2 неврологическим отделением Н.Ю. Заярко, заведующей 3 неврологическим отделением О.Ю. Агаповой удостоверяем, что результаты научно-исследовательской работы на тему: «Комплексный подход к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела» выполненной Каледой П. В. соискателем кафедры неврологии с клиникой ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России в виде разработанного комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией, действительно внедрены в практическую работу неврологических отделений. Представленные результаты исследования позволяют врачам повысить эффективность ранней послеоперационной реабилитации и способствуют более полному восстановлению нарушенных функций, а также сокращению сроков госпитализации.

И.О. Заместитель главного врача
по неврологии



Боренов С.Ю.

Заведующая 1 неврологическим
отделением



Корно Н.В.

Заведующая 2 неврологическим
отделением



Заярко Н.Ю.

Заведующая 3 неврологическим
отделением



Агапова О.Ю.

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач

СПб ГБУЗ «Клиническая больница

Святителя Луки»

Д.м.н. Попов С.В.



05 2026 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы соискателя ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России Каледы Павла Владимировича по теме: «Комплексный подход к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела».

Мы, нижеподписавшиеся, удостоверяем, что результаты проведенного исследования, направленного на совершенствование комплекса реабилитационного лечения пациентов со спондилогенной шейной миелопатией, внедрены в лечебный процесс центра медицинской реабилитации СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки».

Заведующий центром медицинской
реабилитации, к.м.н.

Забиров С.Ш.

Заведующий отделением ранней
медицинской реабилитации

Магомедов К.Р.

Заведующий отделением медицинской
реабилитации взрослых с нарушением
функции ПНС и КМС

Назмудинов Р.З.

Городская больница № 38

«Мени Н.А. Семашко»

Иванов А.Ф.

«04» июня 2026г.



1. Наименование предложения для внедрения: Улучшение результатов реабилитационного лечения у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией после оперативного вмешательства.
2. Автор предложения: Калед Павел Владимирович, младший научный сотрудник НИЛ неврологии и нейрореабилитации ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.
3. Название темы научно-квалификационной работы (диссертации): «Комплексный подход к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела».
4. Краткая аннотация: Разработана и внедрена программа комплексной реабилитации, включающая низкоинтенсивную лазеротерапию и тренинг с биологической обратной связью, применяемая с 2 по 10 сутки после оперативного вмешательства.
5. Эффект от внедрения: позволяет повысить эффективность ранней послеоперационной реабилитации у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией за счёт более выраженного восстановления нарушенных функций и улучшения показателей по шкале mJOA и EQ-5D-EL.
6. Место и время использования предложения: Отделение медицинской реабилитации СПб ГБУЗ «Городская больница № 38»
7. Форма внедрения: использование комплексной реабилитационной методики (НИЛТ + БОС-терапия) в рамках лечебного протокола.

Руководитель подразделения – базы внедрения:

Заведующий отделением
Физиотерапии и ЛФК

Н.В. Молодовская

Санкт-Петербургское государственное бюджетное
учреждение здравоохранения
ГОРОДСКАЯ ПОЛИКЛИНИКА № 106
198328, Санкт-Петербург, ул. Рихарда Зорге, 1
тел.: 246-02-00

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный врач СПб ГБУЗ
«Городская поликлиника № 106»,
Кунин В.В.
«___» _____ 2021



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в лечебный процесс неврологического отделения СПб ГБУЗ «Городская поликлиника №106, поликлиническое отделение №124» результатов научно-исследовательской работы Каледы Павла Владимировича на тему: «Комплексный подход к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела».

Настоящим подтверждается, что результаты диссертационного исследования Каледы Павла Владимировича в виде разработанного комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией, действительно внедрены в практическую работу неврологического отделения. Применение результатов проведенного исследования позволяет повысить эффективность лечения пациентов со спондилогенной шейной миелопатией после декомпрессивной операции.

Руководитель подразделения – базы внедрения:

Заведующий неврологическим
отделением ПО №124, врач-невролог Дюдина Н.Г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель генерального директора ФГБУ

«НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России,

д.м.н. профессор М. А. Карпенко

202__ г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРАКТИКУ ЛЕЧЕБНОЙ РАБОТЫ

1. Наименование предложения для внедрения: Улучшение результатов восстановительного лечения у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией после оперативного вмешательства.
2. Краткая аннотация: Разработана и внедрена программа комплексной реабилитации, включающая низкоинтенсивную лазеротерапию (0,65 мкм, 15 Вт, 100 Гц) и тренинг с биологической обратной связью, применяемая с 2 по 10 сутки после операции. Определены клинические особенности и частота встречаемости неврологических нарушений в раннем послеоперационном периоде.
3. Эффект от внедрения: Позволяет повысить эффективность ранней послеоперационной реабилитации у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией за счёт более выраженного восстановления нарушенных функций и улучшения показателей по шкале mJOA в среднем на 2-3 балла.
4. Место и время использования предложения: Отделение медицинской реабилитации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.
5. Форма внедрения: использование комплексной реабилитационной методики (НИЛТ + БОС-терапия) в рамках лечебного протокола.
6. Название темы научно-квалификационной работы (диссертации): «Комплексный подход к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела»

Автор: Каледа Павел Владимирович – соискатель
кафедры неврологии с клиникой ИМО
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

 Каледа П.В.

Руководитель подразделения – базы внедрения:

Заведующий отделом восстановительного
лечения и медицинской реабилитации
клиники Центра Алмазова

 Шелуханов Н.К.

Главный врач Университетской клиники
Центра Алмазова

 Овчинников Д.А.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора
по научной работе ФГБУ «НМИЦ
им. В. А. Алмазова» Минздрава России,
член-корреспондент РАН, профессор, д.м.н.,
Конради О.С. _____ 202__ г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРАКТИКУ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

1. Наименование предложения: Применение комплексного подхода в лечении клинико-неврологических нарушений у пациентов со спондилогенной шейной миелопатией (СШМ) после оперативного вмешательства.
2. Краткая аннотация: Актуальной проблемой лечения пациентов с СШМ остается поиск эффективных комплексных подходов к коррекции двигательных и чувствительных нарушений в послеоперационном периоде. Несмотря на значительный прогресс в развитии современных методов хирургического лечения, у значительной части пациентов сохраняются неврологические нарушения после операции, что требует совершенствования существующих программ медицинской реабилитации и разработки персонализированных восстановительных подходов. Для решения данной проблемы была проведена оценка клинико-инструментальных данных среди исследуемых групп с применением методов низкоинтенсивной лазерной терапии (НИЛТ) и биологической обратной связи (БОС). На основании полученных результатов сформирована теоретическая и практическая база применения методов НИЛТ и БОС в комплексной реабилитации пациентов с СШМ с целью повышения эффективности восстановительного лечения.
3. Эффект от внедрения: Полученные результаты способствуют расширению знаний студентов, ординаторов, аспирантов и врачей, обучающихся по соответствующим образовательным программам и на циклах дополнительного профессионального образования в Институте медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ о возможностях оптимизации комплексного подхода в лечении пациентов с СШМ с помощью методов низкоинтенсивной лазерной терапии и биологической обратной связи.
4. Место и время использования предложения: результаты научно-исследовательской работы внедрены в учебный процесс кафедры неврологии с клиникой ИМО ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ с 2023/2024 учебного года.
5. Форма внедрения: лекции, практические занятия в составе дисциплин «Клиническая медицина» и «Нервные болезни» образовательных программ специалитета, ординатуры и аспирантуры, а также по программам профессиональной переподготовки по специальности «Неврология» и на циклах повышения квалификации врачей на кафедре неврологии с клиникой ИМО ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ.
6. Название темы научно-квалификационной работы (диссертации): «Комплексный подход к лечению двигательных и чувствительных нарушений у пациентов с миелопатией шейного отдела»

Автор: Каледа Павел Владимирович – соискатель
кафедры неврологии с клиникой ИМО
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

Каледа П.В.

Руководитель подразделения - базы внедрения:
Алексеева Татьяна Михайловна - д.м.н.,
профессор, зав. кафедрой неврологии с клиникой
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ

Алексеева Т.М.

Заместитель директора ИМО по учебной и методической
работе, декан лечебного факультета ФГБУ
«НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ, д.м.н., доцент

Кухарчик Г.А.