

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»
(ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)

На правах рукописи

БУШКОВ Федор Анатольевич

**МЕДИЦИНСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ
ПОСЛЕ ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЫ НА ШЕЙНОМ УРОВНЕ**

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

Диссертация на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:
доктор медицинских наук
Сичинава Нино Владимировна

Москва – 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
Список сокращений	6
Введение.....	7
Глава 1. Литературный обзор.....	17
1.1. Эпидемиология и демография повреждения и травмы спинного мозга	17
1.2. Введение в клиническую картину	18
1.2.1. Классификация повреждений спинного мозга.....	18
1.2.2. Патогенез и саногенез после СМТ	19
1.2.3. Клиническая картина.....	21
1.3. Динамика и предикторы восстановления неврологических функций после СМТ	22
1.4. Нейрофизиологические предикторы и механизмы после СМТ.....	25
1.5. Особенности состояния вегетативной нервной системы	27
1.5.1. Вегетативная дизрефлексия, механизмы формирования и клиническая картина.....	28
1.5.2. Ортостатическая гипотензия, механизмы формирования и клиническая картина	30
1.5.3. Принципы коррекции ортостатической гипотензии	32
1.6. Качество жизни и психоэмоциональное состояние пациентов после СМТ	35
1.7. Вторичные заболевания, осложнения после СМТ	37
1.8. Физическая реабилитация.....	38
1.8.1. Варианты реабилитационных подходов	39
1.8.2. Методы физической реабилитации.....	43
1.8.3. Восстановление функций верхних конечностей	49
1.9. Предпосылки патогенетического применения физических факторов	56
Глава 2. Материалы и методы исследования и реабилитации.....	59
2.1. Материал исследования	59
2.2. Методы обследования	65

2.2.1. Оценка неврологического состояния	66
2.2.2. Дополнительные ортопедические и неврологические измерения	67
2.2.3. Оценка функций верхней конечности	69
2.2.4. Оценка функционального тенодеза.....	74
2.2.5. Оценка уровня функциональной независимости.....	75
2.2.6. Стимуляционная электронейромиография (СЭНМГ)	78
2.2.7. Оценка состояния вегетативной нервной системы (ВНС).....	79
2.2.7.1. СМАД.....	79
2.2.7.2. Субъективная оценка выраженности вегетативных синдромов	81
2.2.7.3. Инструментальное обследование ВНС с помощью ВРС и кардиологических проб	82
2.2.8. Оценка качества жизни и психоэмоционального состояния	84
2.2.9. Пациенты группы сравнения и контрольной группы	87
2.2.10. Дополнительные методы обследования	88
2.3. Методы и методики реабилитации	88
2.3.1. Базовый курс реабилитации.....	88
2.3.2. Экспериментальные методики реабилитации.....	93
2.3.2.1. Методика специальной лечебной гимнастики для верхних конечностей (СЛГВК).	93
2.3.2.2. Методика коррекции вегетативной дисфункции.....	95
2.3.2.3. Пациент- и задач-ориентированный подход к организации проведения физической реабилитации.....	97
2.4. Статистические методы	99
Глава 3. Ретроспективный анализ изменения состояния пациентов с тетраплегией	101
3.1. Клиническая характеристика пациентов.....	101
3.1.1. Результаты функционального обследования пациентов.....	101
3.1.2. Валидность и надежность используемой клинической системы оценки функционального состояния пациентов	105
3.1.3. Выделение клинико-реабилитационных групп	106
3.2. Результаты нейромышечного и постурального обследования	108

3.2.1. Результаты СЭНМГ периферических нервов	108
3.2.2. Оценка баланса у пациентов с тетраплегией в положении сидя.....	115
3.3. Дисфункция вегетативной нервной системы у пациентов с тетраплегией	117
3.3.1. Ортостатическая гипотензия	117
3.3.2. Взаимосвязь вегетативной дисфункции (ОГ) и двигательных нарушений.	123
3.3.3. Вегетативная дизрефлексия	124
3.4. Качество жизни и психоэмоциональное состояние пациентов	129
3.4.1. Субъективные аспекты качества жизни	129
3.4.2. Объективные аспекты качества жизни	131
3.4.3. Психоэмоциональное состояние пациентов.....	134
3.5. Предикторы функциональной независимости.....	138
3.5.1. Неврологические предикторы функциональной независимости	139
3.5.2. Функциональный тенодез как предиктор функциональной независимости.....	146
3.5.3. Предикторы функциональной активности верхней конечности.....	149
3.6. Функциональные и неврологические изменения при длительном наблюдении	153
3.6.1. Общие изменения за весь период ретроспективного наблюдения	153
3.6.2. Стабильность КРГ в процессе ретроспективного наблюдения.....	157
3.6.3. Динамика клинико-функционального статуса после СМТ	159
3.6.4. Динамика изменений функционального состояния по доменам шкал FIM _m , VLT и отдельным видам активностей	162
3.7. Клинические примеры	178
Глава 4. Экспериментальное обоснование предложенных методик реабилитации	190
4.1. Клинико-демографическая характеристика экспериментальных групп.....	190
4.2. Оценка эффективности двигательных методик реабилитации.....	192
4.3. Оценка эффективности методик реабилитации по коррекции состояния ВНС.....	208
4.4. Поздние отдаленные изменения (через 1 год после экспериментального курса).....	220
4.4.1. Функциональное состояние в позднем отдаленном периоде	220
4.4.2. Психоэмоциональное состояние в позднем отдаленном периоде	222

4.4.3. Изменение показателей ВНС в позднем отдаленном периоде.....	224
Заключение	227
Выводы	255
Практические рекомендации.....	258
Список литературы	260
Приложение	311

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБ – абдоминальный бандаж
АД – артериальное давление
ВД – вегетативная дизрефлексия
ВНС – вегетативная нервная система
ВРС – вариабельность ритма сердца
ВМО – вызванный мышечный ответ
ГУД – проба с глубоким управляемым дыханием
ДАД – диастолическое артериальное давление
ДУ – двигательный уровень
КЖ – качество жизни
КРГ – клинико-реабилитационная группа
ЛФК – лечебная физическая культура
МО – мышечный ответ (М-ответ)
МРТ – магниторезонансная томография
МКФ – международная классификация функционирования
НИЛИ – низкоинтенсивное лазерное излучение
ОГ – ортостатическая гипотензия
ПЗОРП – пациент и задач-ориентированный реабилитационный подход
СЛГВК – специальная лечебная гимнастика для верхних конечностей
ПСМ – повреждение спинного мозга
СМТ – спинномозговая травма
СРВ – скорость распространения возбуждения
СЭНМГ – стимуляционная электронейромиография
САД – систолическое артериальное давление
СМАД – суточный мониторинг артериального давления
ПОП – пассивный ортостатический тест
ФТ – функциональный тенодез
ФЭС – функциональная электростимуляция
ЧСС – частота сердечных сокращений

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Повсеместное развитие производства, научно-технический прогресс, урбанизация, расширение транспортных сетей сопровождаются ростом общего травматизма населения, в том числе и увеличением количества повреждений спинного мозга (ПСМ), шейный уровень локализации которого ведет к выраженным двигательным, функциональным и психосоциальным нарушениям. Демографические показатели повреждения спинного мозга в западной литературе описываются без разделения по причине повреждения спинного мозга на травматические и нетравматические. По данным Национального статистического центра США по изучению повреждений головного и спинного мозга, в стране ежегодно регистрируется 1,5-4,0 случаев повреждений спинного мозга на 100 000 населения, что составляет 17 000 новых случаев в год [478]. В 2006 г. мировая ежегодная заболеваемость ПСМ составляла 1,0-8,3 (в среднем 2,3) случая на 100 000 населения [578]. В США на 2016 год 80% пострадавших являлись лицами мужского пола. Так, за последние 40 лет средний возраст пострадавших с повреждением спинного мозга увеличился с 29 лет в 1970-х до 43 лет в наши дни за счет увеличения доли пациентов старше 60 лет, при травматическом повреждении – спинномозговой травме (СМТ) – по-прежнему в группе риска находятся лица 18-32 лет (uab.edu/NSCISC) [411].

Основными причинами СМТ является травма в результате дорожно-транспортных происшествий (38%), падения (32%), применения насилия (14%), занятия спортом (8%) [490]. К нетравматическим причинам ПСМ (8%) относятся опухоли, дегенеративные заболевания позвоночника, аутоиммунные заболевания, сосудистые катастрофы [415]. По данным М.А. Леонтьева, за последние 70 лет число больных с ПСМ возросло в 200 раз и в России ее ежегодно получают более 8 000 человек [26].

По тяжести повреждения в 56% случаев ПСМ является полным, по уровню повреждения – в 54% случаях шейный уровень повреждения с формированием тетраплегии [299; 578]. Пациенты с шейным уровнем повреждения и развитием тетраплегии разнятся по функциональным ограничениям в зависимости от уровня и полноты повреждения спинного мозга [175; 178]. Осложненные травмы шейного отдела позвоночника приводят к выходу на инвалидность практически 100% пострадавших, из них 77% становятся инвалидами I и II групп [38]. Менее 1% пациентов с тетраплегией полностью выздоравливают при выписке из стационара [410]. В Канаде суммарные экономические затраты на одного пациента с неполной параплегией составляют 1,5 млн долларов и 3 млн долларов – на пациента с полной тетраплегией [344].

Функциональная независимость пациентов с тетраплегией коррелирует с функцией кисти [447; 464], силой мышц проксимального отдела верхней конечности [221; 156] и тесно связана с другими объективными (вторичными) целями реабилитации [364]. Использование верхних конечностей является критичным для реализации целого ряда базовых навыков ежедневной жизнедеятельности, таких как прием пищи, одевание, прием ванны и посещение туалета, осуществление трансферов (пересаживание, повороты, присаживание), ходьба с помощью дополнительных средств опоры, перемещение к креслу-коляске. Так, у 75% пациентов с тетраплегией функция рук является важнейшей для реализации независимости и улучшения качества их жизни [496], 44% пациента готовы обратиться к реконструктивной хирургии верхних конечностей [552], поскольку двигательные возможности верхних конечностей остаются высоко значимыми для половины пациентов с тетраплегией (48-53%) даже по прошествии трех лет после СМТ, являясь наиболее весомым фактором, влияющим на качество жизни и уровень функциональной независимости [55, 364].

Важно отметить, что в первый год после СМТ у пациентов с цервикальной тетраплегией наблюдается выраженная восходящая атрофия в кортикоспинальных аксонах (внутренняя капсула, ножки мозга, подкорковый уровень), сенсомоторных кортикальных областях и спинном мозге на уровне C₁-C₅ с уменьшением поперечного размера спинного мозга на 10% [216]. У хронических спинальных пациентов атрофия спинного мозга может достигать 30% поперечника [215], аналогичные атрофические изменения наблюдаются и в периферической нервной системе [139; 536]. При этом нервная система имеет потенциал к существенной реорганизации на корковом, подкорковом и спинальном уровнях у пациентов с неполным и полным типом повреждения спинного мозга [45; 451].

Повреждение функции вегетативной нервной системы (ВНС) проявляется в нарушении терморегуляции, функции тазовых органов, органов дыхания, дисфункции сердечно-сосудистой системы. Одними из самых распространенных и значимых патологических проявлений вегетативной дисрегуляции в сердечно-сосудистой системе являются ортостатическая гипотензия и вегетативная дизрефлексия [123; 335]. Данные состояния зачастую оказывают негативное влияние на самочувствие пациента, качество жизни и снижают эффективность проводимых реабилитационных мероприятий [82; 295; 485].

Длительность жизни пациента с цервикальной тетраплегией составляет 70% от ожидаемой в популяции, а риск преждевременной смерти выше в 2-5 раз [584]. Течение многих заболеваний ухудшается по мере увеличения давности СМТ [218], преждевременное старение в первую очередь отмечается в сердечно-сосудистой, эндокринной, иммунной, мышечно-скелетной системах [280]. Ведущими причинами смерти в возрасте более 60 лет являются

пневмония, урологические инфекции, злокачественные новообразования и ишемическая болезнь сердца [497].

Текущее развитие методик физической реабилитации базируется на совершенствовании традиционной системы реабилитации в направлении поиска новых предуготованных двигательных синергий [116; 424; 594], интеграции пациент-ориентированности при выборе реабилитационных задач, а также на оптимальном сочетании современных нейрофизиологических принципов тренировки и двигательного обучения [62; 504], привлечении вспомогательных приспособлений и технологий [212; 549] и на применении методик нейромодуляции [300, 386, 532].

Степень разработанности проблемы.

Исследования последних лет показали достигнутые успехи в реабилитации больных с СМТ на шейном уровне. Однако, несмотря на указанные достижения в восстановлении двигательной функции верхней конечности, опирающиеся на достигнутые успехи традиционной реабилитации, применение сухожильных и невральных трансферов [307; 542], а также сложившийся опыт применения имплантируемых систем функциональной электростимуляции [374; 430], в нашей стране не сформирован системный подход к медицинской реабилитации, учитывающий особенности двигательной картины в зависимости от уровня и полноты повреждения спинного мозга на шейном уровне. Также имеющиеся реабилитационные подходы не учитывают зависимость реабилитационных задач от индивидуального запроса пациента, выраженности имеющихся вегетативных нарушений, сроков с момента СМТ [124; 335]. Это не позволяет выработать дифференцированный подход к программам персонифицированной физической реабилитации для пациентов с цервикальной тетраплегией.

Выраженные грубые нарушения ежедневной жизнедеятельности, изменения социальных ролей и субъективной оценки качества жизни способствуют низкой социальной реинтеграции и самоактуализации пациентов после получения СМТ. В западной литературе широко обсуждается применение пациент- и задач-ориентированного подхода к организации физической реабилитации как у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения [581], так и у пациентов после СМТ [90; 183]. Однако данный опыт в РФ является отрывочным и несистематизированным, его изучение является важнейшим дополнением, позволяющим мотивировать к занятиям как самих пациентов, членов их семей, так и членов реабилитационной команды.

Таким образом, в настоящее время медицинские и социальные результаты диагностики и реабилитации пациентов с цервикальной тетраплегией в результате СМТ в РФ остаются

малоизученными, спектр методов диагностики, контроля и оценки состояния пациентов, а также поиск методик восстановительного лечения продолжает интенсивно разрабатываться. Системный подход к медицинской реабилитации пациентов с цервикальной тетраплегией, учитывающий особенности двигательной картины в зависимости от уровня и полноты повреждения спинного мозга, выраженность имеющихся вегетативных нарушений, сроки, прошедших с момента СМТ, индивидуальный запроса пациента, не имеет доказательной базы. Это не позволяет выработать единый дифференцированный подход к программам медицинской реабилитации. Повышение эффективности восстановительных мероприятий возможно за счет применения методов активной реабилитации, основанной на адекватной оценке реабилитационного потенциала с учетом характера и тяжести патофункциональных нарушений [9; 10, 93, 326, 376].

В связи с вышеизложенным, представляется актуальным продолжение разработок в этой области и поиск новых технологий и методик, а также выработка системного комплексного подхода к реабилитации больных с тетраплегией после СМТ на шейном уровне. Все вышеперечисленное определило цель и задачи настоящей работы.

Цель исследования.

Разработка и научное обоснование системы медицинской реабилитации пациентов после повреждения спинного мозга на шейном уровне с развитием тетраплегии, основанной на комплексном подходе к оценке клинико-функционального состояния с позиций пациент-ориентированной модели реабилитации.

Задачи исследования:

1. Оптимизировать комплексный подход к оценке и изучить клинико-функциональное состояние пациентов после СМТ на шейном уровне.
2. Оценить состояние сегментарного аппарата спинного мозга у пациентов после СМТ на шейном уровне с применением стимуляционной электронейромиографии.
3. Изучить особенности вегетативных нарушений в сердечно-сосудистой системе после СМТ на шейном уровне и оптимизировать методику их коррекции.
4. Выявить особенности психоэмоционального состояния и качества жизни с учетом пациент-ориентированного подхода к определению проблем ежедневной жизнедеятельности у пациентов после СМТ на шейном уровне.
5. Определить предикторы и дифференцированные критерии функциональной независимости у пациентов после СМТ на шейном уровне.

6. Исследовать динамику функционального восстановления и особенности компенсации утраченных функций верхней конечности у пациентов с СМТ на шейном уровне на фоне реабилитационных мероприятий.
7. Разработать и оценить эффективность применения специальной лечебной гимнастики для улучшения двигательной функции верхних конечностей.
8. Разработать и оценить эффективность применения пациент- и задач-ориентированного реабилитационного подхода.
9. Оценить отдаленные эффекты предложенных методик реабилитации пациентов после СМТ на шейном уровне

Научная новизна.

В диссертационном исследовании:

- разработана углубленная системы оценки состояния пациентов с тетраплегией после СМТ, основанная на совокупности данных клинико-функционального состояния, двигательной функции верхних конечностей, состояния сегментарного аппарата спинного мозга, вегетативных и психологических особенностей, степени функциональной независимости с позиций МКФ;
- впервые выявлена существенная значимость функционального тенодеза кисти в компенсации двигательной функции верхней конечности;
- уточнено, что наибольшим реабилитационным потенциалом обладают клинико-реабилитационные группы с неполным (тип С и D) и низким двигательным уровнем повреждения (сегменты C₇-C₈) спинного мозга;
- показано клиническое значение двигательного уровня и полноты повреждения спинного мозга, двигательного счета классификатора ASIA, функционального тенодеза кисти, угла наклона таза, начала специализированной реабилитации в срок менее 6 месяцев после СМТ в прогнозировании степени функциональной независимости;
- показано развитие вторичной аксональной полиневропатии на уровне и ниже уровня повреждения спинного мозга преимущественно у пациентов с полным и низким уровнем повреждения шейного отдела спинного мозга;
- установлена зависимость тяжести течения ортостатической гипотензии в зависимости от степени нарушения парасимпатической реактивности (дыхательной аритмии) вегетативной нервной системы;
- впервые научно обоснована эффективность и безопасность применения нового способа коррекции вегетативной дисфункции у пациентов с тетраплегией, включающий

использование абдоминального бандажа, низкоинтенсивного лазерного излучения на область сердца и крупных сосудов;

- впервые доказано, что применение специальной лечебной гимнастики для верхних конечностей, базирующаяся на актуализации механических свойств кисти с вовлечением остаточных неврологических функций, является эффективной и безопасной формой ЛФК, улучшающей качество жизни пациентов с СМТ на шейном уровне;
- научно обоснована система индивидуальной медицинской реабилитации на основе комплексной оценки клинико-функционального состояния, пациент- и задач-ориентированной реабилитационной модели, позволяющая добиться увеличения степени функциональной независимости пациента, улучшения качества жизни и уменьшения уровня депрессии.

Теоретическая и практическая значимость.

По результатам исследования предложена методика оценки качества жизни пациента и определения проблем его ежедневной жизнедеятельности в основных доменах МКФ в рамках пациент-ориентированной модели реабилитации, позволяющая добиться улучшения функционального состояния пациента.

Расширены представления о методике оценки двигательной функции верхней конечности, с отдельной оценкой функции большого пальца, как ведущего компонента формирования функциональной пассивной кисти.

Обосновано применение суточного мониторинга артериального давления с целью выявления скрытого течения ортостатической гипотензии и вегетативной дизрефлексии. Получены данные о негативном влиянии ортостатической гипотензии на двигательные возможности, уровень депрессии и качество жизни пациентов в позднем периоде СМТ;

Предложен алгоритм прогнозирования степени функциональной независимости пациентов на основании наличия функционального тенодеза, уровня и полноты повреждения спинного мозга, двигательного счета классификатора ASIA.

Предложен комплексный подход к реабилитации пациентов с учетом развития приоритетных навыков ежедневной жизнедеятельности на основании двигательного счета классификатора ASIA и тяжести течения ортостатической гипотензии. Показано, что применение пациент- и задач-ориентированного подхода является эффективным методом организации, направленной персонифицированной физической реабилитации.

Показана ригидность неврологической модели тетраплегии после СМТ и необходимость применения поддерживающих курсов двигательной реабилитации для сохранения максимально уровня функциональных возможностей.

Положения, выносимые на защиту

1. Функциональная независимость пациентов с тетраплегией зависит от резидуальной двигательной функции верхних конечностей и выражается в двигательном уровне С₆ и ниже, двигательном счете для верхних конечностей ASIA 22 балла и более, положительные изменения которых отмечаются преимущественно в первые 6 месяцев после СМТ.
2. Формирование функционального кистевого тенодеза у пациентов с двигательным уровнем С₆, С₇ является важнейшим критерием эффективности программ медицинской реабилитации.
3. Коррекция синдрома ортостатической гипотензии, осуществляемая немедикаментозным способом, включает в себя сочетанное применение низкоинтенсивной лазеротерапии и ношение абдоминального бандажа, приводит к улучшению парасимпатической реактивности вегетативной нервной системы, повышению качества жизни, нормализации психоэмоционального состояния.
4. Проведение физической реабилитации у пациентов с тетраплегией, включающей специальную лечебную гимнастику для верхних конечностей, пациент- и задаче-ориентированный подход к организации занятий ЛФК, приводит к улучшению функции первого пальца кисти у пациентов с двигательным уровнем С₅-С₆, повышению уровня манипулятивной активности кисти у пациентов с двигательным уровнем С₇-С₈, общему улучшению навыков самообслуживания и трансфера (пересаживания в кресло-коляску и обратно), стабилизации психоэмоционального состояния и повышению качества жизни.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность полученных результатов обеспечивается выполненным всесторонним анализом российских и зарубежных работ, посвященных проблемам реабилитации пациентов с цервикальной тетраплегией, достаточным объемом изученной выборки, применением современных методик обследования и методов физической реабилитации пациентов, использованием глубокой этапной статистической обработки материалов, включавшей в себя описательную и сравнительную статистику, проверку нормальности и гомоскедастичности полученных данных, применением различных видов классификационного анализа. Дизайн исследования позволил отследить этапные изменения клинико-функционального состояния пациентов после повреждения спинного мозга, изучить как краткосрочные, так и отдаленные результаты применения предложенных методик физической реабилитации. Положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации основаны на результатах проведенных

клинических и статистических исследований, сделанные выводы и практические рекомендации соответствуют поставленным задачам.

Внедрение результатов работы

Результаты диссертационной работы внедрены в работу АО Реабилитационный центр «Преодоление» имени Л.П. Кезиной, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого» ДЗМ, АО «Группа компаний Медси» «Клиническая больница Медси в Отрадном».

Апробация

Результаты работы доложены и обсуждены на Всероссийских конференциях и конгрессах: VIII Международная конференция «Равные права – равные возможности» 2016, (27.04.2016, Москва); IX Международная конференция «Равные права – равные возможности», (16.04.2017, Москва); I Российский Конгресс «Физическая и Реабилитационная Медицина» (20-21.11.2017, Москва); Конференция «Вейновские чтения 2017» (09-11.01.2017, Москва); Международный конгресс «Реабилитация и санаторно-курортное лечение» (27-28.09.2017); Международная конференция «Травма 2018: мультидисциплинарный подход» (02-03.11.2018, Москва); I Международная научно-практическая конференция «Наука. Образование. Медицина. Производство. Долголетие» (17-19.11.2018, Ялта); X съезд Ассоциации хирургов-вертебрологов (31.05.2019, Москва); IX Международный конгресс «Нейрореабилитация – 2017» (31.05-02.06.2017, Москва); Всероссийская научно-образовательная конференция, посвященная памяти профессора А. Н. Горячева «Научные достижения и современные технологии в Российской травматологии и ортопедии» (26-27.04.2019, Омск); XX Юбилейный всероссийский форум «Здравница – 2021», (15-17.05.2021, Москва); VI Пироговский форум травматологов-ортопедов (21-22.10.2021, Москва); VIII Всероссийский конгресс общества кистевых хирургов (03-05.06.2021, Самара); Всероссийская онлайн конференция «Интегративная медицина: от диагностики до реабилитации» (22.04.2022, Москва); VII всероссийский конгресс «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина» (12-13.03.2024, Москва); III Международный конгресс: «Медицинская реабилитация: научные исследования и клиническая практика» (21-22.04.2024, Санкт-Петербург); XXIII Всероссийский форум «Здравница – 2024» (10-13.06.2024, Ярославль); Межрегиональная научно-практическая конференция «Нейрореабилитация современные технологии, тенденции развития» (18.12.2024,

Москва); VIII Российский конгресс «Физическая и реабилитационная медицина» (16-17.12.2024, Москва), Всероссийский форум «Здравница – 2025» (09-11.06.2025, Москва).

Апробация диссертационной работы состоялась на ученом совете МБУ ИНО ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 26 июня 2025 г.

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертационное исследование посвящено исследованию состояния пациентов, имеющих тяжелую шейную миелопатию с развитием тетраплегии, научной разработке и персонализированной эффективности применения методов физической реабилитации, внедрение которых позволит увеличить двигательные возможности верхних конечностей, уменьшить уровень функциональной независимости, улучшить качество жизни пациентов, уменьшить степень вегетативной дисрегуляции в сердечно-сосудистой системе, что соответствует паспорту специальности 3.1.33. Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (п. 2 «Изучение механизмов действия, предикторов и критериев эффективности и безопасности немедикаментозных лечебных факторов при разработке технологий медицинской реабилитации пациентов...», п. 4 «Разработка и внедрение технологий... персонализированной медицины с использованием природных лечебных факторов и других средств немедикаментозной терапии» и п. 10 «Изучение закономерностей формирования ограничений жизнедеятельности у больных и инвалидов в зависимости от состояния здоровья...»).

Личный вклад автора в получении результатов

Диссертантом лично выполнено определение цели, задач и дизайн исследования, осуществлен поиск и анализ отечественных и зарубежных научных исследований, опубликованных в актуальных электронных базах данных. Автором проведено обследование 417 пациентов с тяжелой цервикальной миелопатией, имеющих синдром цервикальной тетраплегии на базе АО «Реабилитационный центр для инвалидов “Преодоление”» (Москва) в период с 2012 г. по 2023 г. Набор клинического материала в рамках нейрофизиологического обследования осуществлялся совместно с врачом-неврологом М.А. Бжилянским. Создание методики специальной лечебной гимнастики для верхних конечностей осуществлялось совместно с инструкторов-методистом по лечебной физкультуре (специалистом по эрготерапии) Е.В. Романовской. Изучение проявлений и характера течения вегетативной дизрефлексии проводилось совместно с врачом-урологом Р.В. Салюковым. Автор лично проводил статистический анализ и интерпретацию полученных результатов, апробацию и внедрение в практику разработанных технологий физической реабилитации, оформление текста

диссертации, сформулировал выводы и практические рекомендации, участвовал в написании научных публикаций, оформлении и представлении научных докладов по теме диссертации.

Публикации

Всего опубликовано 28 научных работ, из них по теме диссертации опубликовано 24 научные работы в изданиях, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России, одна публикация в зарубежном журнале, получен один патент в РФ на изобретение.

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 315 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, двух глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Диссертация иллюстрирована 111 таблицами и 62 рисунком. Список литературы включает 597 названий, 46 из них – отечественные и 551 – зарубежные публикации.

Особые слова благодарности Кезиной Любовь Петровне (01.11.1938–05.05.2024) – первому генеральному директору АО «Преодоление» им. Л.П. Кезиной (Москва), способствовавшей развитию научно обоснованной системы медицинской реабилитации, внедрению новых направлений и методик физической реабилитации, улучшающих функции верхних конечностей (эрготерапии, социально-бытовой реабилитации), а также совершенствованию системы мероприятий по адаптации функций тазовых органов, коррекции психоэмоционального состояния и комплексной инструментальной диагностики (ТКМС, ССВП, СЭНМГ, СМАД, КУДИ) пациентов с цервикальной тетраплегией.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Эпидемиология и демография повреждения и травмы спинного мозга

Научно-технический прогресс, урбанизация, расширение транспортных сетей и промышленного производства сопровождаются повсеместным увеличением распространенности и встречаемости спинномозговой травмы (СМТ), которая ведет к выраженным неврологическим, двигательным нарушениям и психосоциальным ограничениям [101]. В мире ежегодно регистрируется 1,5-4,0 новых случаев повреждений спинного мозга (ПСМ) на 100 000 населения [478]. В 2006 г. мировая ежегодная заболеваемость ПСМ составляла 1,0-8,3 (в среднем 2,3) случая на 100 000 населения [578], в 2011 г. в США – 4, в западной Европе – 1,5, в Австрии – 1,6 человек на 100 000 населения [135], в 2014 г. – 0,8 человек в Испании, до 8,3 человек на Аляске (США) [353], в 2017 г. в США – 5,4 человека на 100 000 населения [47].

Мировая распространенность СМП составляет 250-500 000 человек в год [76], варьируясь от 280 000 в Финляндии [151] до 1,3 млн в Канаде [419]. В 2007 г. общее количество новых пациентов в мире составляло от 133 000 до 226 000 человек в год [353]. Распространенность СМП в США, по мнению Национального статистического центра по изучению повреждений спинного мозга, составляет от 236 000 до 327 000 человек, в среднем 270 000 [408], с каждым годом отмечается рост заболеваемости: от 12 000 новых случаев за 2013 г. до 17 810 новых случаев за 2016 г. (NSCISC, 2016) [408; 411]. Мировая распространенность ПСМ за последние 40 лет выросла в несколько раз [223], отмечается ее увеличение с 2,8 до 9,0 человек на 10 000 населения, которое варьируется от 2,5 человек (альпийская Франция) до 9,1 человек (США) на 10 000 населения [409].

Доля СМТ достигала в 1999 г. 60% от всех случаев ПСМ [392], в 2008 – уже 81% [280], в период 2014-2018 гг. доля травматической этиологии ПСМ достигла уровня 90%, при этом основными причинами СМТ являются травма в результате ДТП (38%), падения (32%), применения насилия (14%), занятия спортом (8%) [2; 309; 490]. К нетравматическим причинам развития ПСМ (8-10%) относятся опухоли, дегенеративные заболевания позвоночника, аутоиммунные заболевания, сосудистые катастрофы [317; 415]. В 54% случаев ПСМ происходит на шейном уровне с формированием тетраплегии [24; 299; 578], частота представленности тетраплегии среди пациентов с ПСМ варьируется от 22% в Эстонии до 75% в Японии [353]. В США структура ПСМ в 2013 г. была следующая: у 41% пациентов – неполная, у 16% – полная тетраплегия, у 43% – параплегия [409], также отмечается тенденция к росту числа пациентов с высоким уровнем повреждения спинного мозга C₁-C₄ [389]. По данным

национального статистического центра Университета штата Алабамы г. Бирмингем (США), более половины спинальных пациентов в США имеют шейный уровень локализации повреждения (58%) [410].

Среди пострадавших в результате СМТ в 2,5-4 раза больше мужчин, а также лиц в возрасте моложе 30 лет [490]. По данным национального статистического центра США, в 80% случаях пострадавшими являются мужчины, за последние 40 лет средний возраст пострадавших с ПСМ увеличился с 29 лет в 1970-х до 43 лет в наши дни за счет увеличения доли пациентов старше 60 лет – до 11,5% [409; 410]. При травматическом повреждении спинного мозга по-прежнему в группе риска остаются лица 18-32 лет [409; 411]. Пациенты, у которых ПСМ происходит в возрасте старше 60 лет, имеют более высокий риск развития пневмонии, тромбоэмболии легочных артерий, желудочно-кишечного кровотечения, образования конкрементов в почках [159]. В Российской Федерации (РФ) за последние 70 лет распространенность больных с ПСМ возросла в 200 раз, и ежегодно ее получают более 8 000 человек. Так, в крупных промышленных российских городах (Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Иркутске) заболеваемость позвоночно-спинномозговой травмой составляет 6 случаев на 100 000 населения в год [25; 26; 34].

В Канаде суммарные экономические затраты на лечение и реабилитацию пациента с параплегией составляют 1,5 млн долларов и 3 млн долларов на пациента с тетраплегией [344], в США соответствующие траты составляют 1,5 и 4,7 млн долларов соответственно [410]. Уровень выживаемости после СМТ у пациентов с тетраплегией составляет 91%, с параплегией – 96% [398]. Даже неосложненные травмы шейного отдела позвоночника приводят к выходу на инвалидность до 23,5% пострадавших, а осложненные – практически у 100%, из них 77% становятся инвалидами I и II групп [38]. Менее 1% пациентов с тетраплегией полностью выздоравливают при выписке из стационара [410].

1.2. Введение в клиническую картину

1.2.1. Классификация повреждений спинного мозга

В 1973 г. для облегчения обмена опытом и систематизации научных знаний в области изучения ПСМ была создана Американская ассоциация спинальной травмы (American Spinal Injury Association, ASIA). В 1982 ASIA был опубликован Международный стандарт классификации ПСМ (International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury, ISNCSCI) [52], последняя редакция которого датируется 2019 г. (ASIA и International Spinal Cord Society, ISCoS) [59; 325; 377]. Согласно стандарту, ПСМ клинически классифицируются

на полное (отсутствие двигательной и чувствительной функций ниже уровня повреждения) и неполное повреждение, а по уровню повреждения – на тетраплегию, высокую параплегию (сегменты D₁-D₉ спинного мозга), низкую параплегию. Тетраплегия характеризуется нарушением произвольной двигательной функции нижних и верхних конечностей, туловища, функций тазовых органов, сопровождающиеся чувствительными нарушениями. Двигательный уровень (ДУ) – это наиболее каудальный миотом с сохранной мышечной функцией (сила 3 и более баллов) при условии, что вышележащие миотомы имеют полный уровень силы, равный 5 баллам [325].

Отдельно для систематизации и накопления данных о ПСМ развивалась международная форма отчетности (International Spinal Cord Injury Core Data Set), в которой указываются пол, возраст пациента, этиология повреждения, детали костной травмы и оперативного лечения, тяжесть неврологического состояния (уровень и полнота повреждения), нуждаемость в искусственной вентиляции легких (ИВЛ), время нахождения в стационаре и прочие параметры. Согласно ей, пациенты исходя из клинического состояния группируются на типы: 1) двигательный уровень (ДУ) C₁-C₄, типы A, B, C; 2) ДУ C₅-C₈, типы A, B, C; 3) тип D при любом уровне повреждения [79].

В западной системе реабилитации приоритетным является применение стандартизированной клиничко-функциональной модели пациента с цервикальной тетраплегией в зависимости от его двигательного уровня [174; 176; 397]. Это позволяет реабилитационному процессу быть линейно направленным, задач-специфичным и по возможности пациент-ориентированным, что закреплено в гайдлайнах Consortium for Spinal Cord Medicine (2002-2022), Spinal Cord Injury Research Evidence (2006-2024) [107; 126; 127; 278; 340; 341; 488].

1.2.2. Патогенез и саногенез после СМТ

В результате травмы (СМТ) в спинном мозге на структурном уровне особенно в первые месяцы одновременно проходят разнонаправленные процессы пато- и саногенеза, при этом в большинстве случаев отмечается положительная двигательная и функциональная динамика, что указывает на преобладание последних [92; 571]. Первичное повреждение спинного мозга связано с его компрессией, тракцией, разрывом [463], повреждением кровеносных сосудов, развитием артериальной гипотензии, вазоспазма, ионного и нейротрансмиттерного дисбаланса [136; 208], транзиторной дисфункцией клеточных мембран, восходящих и нисходящих спинальных проводников, лежащих в основе спинального шока [61; 177]. МРТ высокого разрешения показывает, что вызванные ПСМ нейроанатомические изменения (объем повреждения, степень атрофии спинного мозга) имеют выраженную степень корреляции с

нейрофизиологическими и клинико-функциональными исходами [396]. Вторичные механизмы повреждения спинного мозга развиваются уже через несколько минут после ПСМ и длятся в течение недель и месяцев, вызывая прогрессивное повреждение ткани спинного мозга по соседству с первичным очагом [425]. Апоптоз, демиелинизация, нейротрансмиттерная эксайтотоксичность, перекисное окисление липидов, деструктурирование межклеточного матрикса, нейровоспаление ведут к глиозной и/или кистозной трансформации и вторичному нейронально-аксональному обеднению спинного мозга [51; 349].

Ранняя декомпрессия спинного мозга, выполненная в первые 24 часа, в 2,8 раза повышает шанс уменьшения глубины (полноты) повреждения спинного мозга (по шкале AIS на 2 класса) через 6 месяцев после СМТ [207]. В остром периоде СМТ данные МРТ имеют высокое прогностическое значение, так было показано, что выраженный отек спинного мозга более 3 см, гематомиялия, выраженная компрессия спинального канала сочетаются с клинически полным повреждением спинного мозга и плохим прогнозом выздоровления [518; 572]. У пациентов с тетраплегией в течение первого года после СМТ наблюдается выраженная восходящая атрофия в спинном мозге на уровне сегментов C₁-C₅ спинного мозга, в кортикоспинальных аксонах (внутренняя капсула, ножки мозга, подкорковый уровень), в сенсомоторных кортикальных областях с истончением спинного мозга со скоростью 0,41 мм² в месяц и уменьшением его поперечного размера на 7%, а ствола мозга – на 2% [216]. Ранее было обнаружено, что у хронических спинальных пациентов атрофия спинного мозга может достигать 30% поперечника спинного мозга [215]. Отмечено, что менее выраженная посттравматическая атрофия спинного мозга соответствует лучшему функциональному исходу и двигательному счету по системе классификации ASIA [216; 400].

По данным A. Curt., V. Dietz, у 30% пациентов с тетраплегией имеется умеренное повреждение двигательной порции срединного, локтевого нервов, при том, что сенсорные потенциалы остаются сохранными, что указывает на преимущественно нейрональный генез их повреждения [139]. Это может быть обусловлено как прямым повреждением мотонейронов на уровне первичной травмы спинного мозга [73; 146], так и постконтузионными синаптическими изменениями, обратимо распространяющимися на несколько сегментов ниже уровня повреждения [363], развитием в дальнейшем транссинаптической дегенерации и депрессии α -мотонейронов передних рогов на уровне [536] и ниже уровня повреждения спинного мозга [113], повышением уровня цитокинов с формированием эксайтотоксической каналопатии [269]. Так, S. Kirshblum также обнаружил развитие аксонального периферического обеднения уже в первый год после ПСМ [321], а, по данным МРТ, у 60% пациентов с вторичной аксональной нейропатией обнаруживается кистозная миеломалиция спинного мозга [418]. Имеются данные, что при компрессионной миелопатии степень компрессии на том или ином уровне шейного

отдела спинного мозга (сегменты C₅, C₆, C₇, D₁ спинного мозга) имеет четкую корреляцию со степенью уменьшения площади М-ответа стимуляционной ЭНМГ [267].

1.2.3. Клиническая картина

Повреждение спинного мозга сопровождается нарушением функций тазовых органов, функций верхних конечностей, сексуальной функции, развитием нейропатической боли, спастичности, вегетативных, метаболических и эндокринных расстройств, появлением пролежней, суставных контрактур, отеков ног, манифестацией инфекции мочевыводящих путей, каждое из которых влияет на качество жизни пациента, затрагивая членов его семьи [48; 89; 315; 496]. Пациенты с ПСМ на шейном уровне существенно разнятся по функциональным возможностям в зависимости от уровня и полноты повреждения спинного мозга [175; 176; 326; 397; 568]. В ставшей классической работе G.M. Yarkony пациенты с тетраплегией C₆ (сохранено активное разгибание кисти) в результате реабилитации достигали значительной функциональной независимости при приеме пищи, одевании, личной гигиене, пересаживании, перемещении в кресле-коляске, в то время как пациенты с ДУ C₅ (сохранено сгибание в локте) по итогам реабилитации могли лишь принимать пищу с помощью кистевых приспособлений и управлять электрическим креслом-коляской [583]. Функциональные способности пациентов с C₆-C₇-тетраплегией крайне вариабельны, при этом пациенты с тетраплегией C₇-C₈ обладают умеренно выраженной функциональной независимостью [148; 407; 568; 567]. И, как результат, 71% пациентов с тетраплегией нуждаются в помощи при выполнении активностей ежедневной жизнедеятельности [125].

Известно, что длительность жизни пациента с тетраплегией составляет 75-80% от ожидаемой в популяции [343; 409; 584], при этом пациенты, не нуждающиеся в кресле-коляске и катетеризации, имеют длительность жизни на уровне 90% от ожидаемой в популяции [482]. Преждевременное старение спинальных пациентов в первую очередь отмечается в сердечно-сосудистой, эндокринной, иммунной, мышечно-скелетной системах [280; 343], а ведущими причинами смерти у данной категории пациентов в возрасте более 60 лет являются пневмония, урологические инфекции, злокачественные новообразования и ишемическая болезнь сердца [497]. Встречаемость метаболического синдрома среди пациентов с ПСМ составляет 34%, а среди пациентов с тетраплегией – 45% [228]. Снижение двигательной активности, парезы и параличи, дизрегуляция деятельности ВНС являются факторами риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы [133; 160].

1.3. Динамика и предикторы восстановления неврологических функций после СМТ

По мнению R.L. Waters, предсказать двигательные способности и степень функциональной независимости возможно уже в первый месяц [563], а по мнению J.F. Ditunno – в первую неделю после СМТ [176]. Наибольшим прогностическим значением обладает клинический метод – определение степени полноты (типа) и уровня повреждения спинного мозга в первые 72 часа и 1 месяц после травмы [100]. При этом исследования показывают, что ведущими прогностическими признаками восстановления являются наличие движений в нижних конечностях и сохранность болевой перианальной чувствительности [178]. Обнаружена высокая степень корреляции между объемом сохранной тактильной и болевой чувствительности в перианальной области с двигательной функцией, что делает прогностически значимым наличие любого вида перианальной чувствительности [540].

В течение 12 месяцев после СМТ двигательный счет (ASIA) увеличивается на 4-12 баллов (наиболее активно в первые 6 месяцев), у 97% пациентов мышечная сила возрастает с 1-2 баллов в первый месяц до 3 баллов к окончанию 1 года после СМТ, и только у 27% пациентов мышечная сила будет 3 и более балла при первичном значении в 0 баллов [562]. Также известно, что наличие болевой чувствительности в сегменте с силой в 0 баллов в остром периоде приведет к увеличению мышечной силы в нем до 3 и более баллов у 85% пациентов в позднем периоде [443].

Двигательная функция верхних конечностей при полном повреждении шейного отдела спинного мозга в первую очередь обусловлена уровнем повреждения спинного мозга [100; 176; 301; 327; 569]. Через месяц после СМТ чувствительный и двигательный уровни не совпадают у 51%, а по окончании 1 года у 56% пациентов с тетраплегией имеется ассиметричный двигательный уровень [563]. По мнению J.F. Ditunno, более 90% пациентов с неполной тетраплегией C₄-C₆ получают дополнительный каудальный двигательный уровень, в сравнении с 70-80% пациентов с полной тетраплегией в течение первых 3-6 месяцев после повреждения [176]. Опускание ДУ на два сегмента является клинически значимым и расценивается как хороший исход острой полной тетраплегии [334]. Высокая вариативность двигательной функции обусловлена подавлением имеющихся произвольных мышечных сокращений повышенным мышечным тонусом, а также вторичными структурными изменениями денервированных мышц и связанным с этим уменьшением скорости и силы их сокращения [525; 580]. В исследовании E. Heald было показано, что 66% пациентов с полным двигательным повреждением (типы А и В) способны вызывать произвольные ЭМГ-сокращения в мышцах, расположенных ниже уровня повреждения [270], возможно за счет дыхательной синергии Орбели-Кунстмана.

У порядка 10–15% пациентов полное повреждение спинного мозга (тип А) в первый год после СМТ трансформируется в неполное (тип В, С), и только у 3% переходит в тип D [376]. В своих работах S. Kirshblum показал, что в первые 1-5 лет после СМТ 2,1% пациентов смогут перейти из группы полного двигательного повреждения (тип А, В) в группу с неполным повреждением (тип С, D) [323]. Половина неврологического восстановления у пациентов с неполной тетраплегией происходит в первые 2 месяца после СМТ, восстановление у них происходит одновременно на разных уровнях ниже уровня поражения и может длиться в течение первых 9-12 месяцев после СМТ [93; 178; 206; 232; 326; 435].

Оценка неврологического статуса (полноты повреждения), выполненная в первые 72 часа, показывает его улучшение у 16-67% пациентов и ухудшение у 4-10% пациентов при повторной оценке, выполненной через 1 год после СМТ. При аналогичной оценке, выполненной через 1 месяц после СМТ, ухудшение имелось только у 0-2%, а улучшение – у 5-54% пациентов; другими словами, у 84% пациентов полное повреждение оставалось полным при его первичной оценке в 72 часа [90], у 95% пациентов повреждение сохраняется полным при оценке через 30 дней после СМТ [92]. Это указывает на более точную предикативную мощность оценки неврологического состояния и сохраняющуюся высокую активность процессов патогенеза именно в первый месяц после СМТ.

Клинические синдромы неполного поражения спинного мозга встречаются у 20% пациентов с цервикальной тетраплегией: синдром центрального канала встречается у более возрастных пациентов и имеет менее выраженную функциональную динамику в сравнении с синдромом Броун-Секара [395]. Исходя из этиологии повреждения спинного мозга, пациенты с нетравматическим повреждением имеют одинаковый потенциал к восстановлению относительно пациентов с травматическим, более короткий срок стационарной реабилитации, у них реже встречаются инфекции мочевыводящих путей (42% против 67%) и чаще появляются пролежни (24% против 14%) [229; 392].

В основе нарастания неврологического дефицита в позднем периоде ПСМ зачастую лежит развитие прогрессирующей посттравматической миелопатии, частота встречаемости которой составляет до 8% случаев [435; 475]. В ее основе лежит посттравматическое спаечное ущемление спинного мозга, развитие миеломалиции, сирингомиелии [205]. Посттравматическая сирингомиелия может дебютировать в сроки от 2 месяцев до 30 лет после ПСМ, при этом у 50% пациентов она приобретает постоянно прогрессирующий вариант течения [475]. Ее клиническими проявлениями являются: появление и/или нарастание нейропатического болевого синдрома на уровне и/или ниже уровня повреждения спинного мозга, повышение границы нарушения чувствительности (краниализация), нарастание степени двигательного

пареза, изменение сухожильных рефлексов, функции сфинктеров тазовых органов, ухудшение течения вегетативной дизрефлексии [356].

Восстановление функции ходьбы и тазовых органов ставится пациентами на первый план после ПСМ [179]. В ранних работах вероятность восстановления функции ходьбы у пациентов с полной тетраплегией составляла 0%, с полной параплегией – менее 10% [178]. На современном этапе доказано, что точность прогнозирования функциональной ходьбы к концу первого года ниже при использовании полноты повреждения (AIS) и выше при оценке двигательного счета классификатора ASIA, вычисленного для части тела, расположенной ниже уровня повреждения [378; 422]. Так, наличие тактильной чувствительности в дерматомах L₃, S₁, двигательной функции в квадрицепсе бедра (L₃), сгибателях стопы (S₁) в возрасте менее 65 лет позволяет прогнозировать восстановление функциональной ходьбы с точностью 95%, полное повреждение (тип A) имеет негативное прогностическое значение – 92% [540]. К аналогичным выводам пришел и G. Scivoletto, указывая на такие благоприятные факторы, как: сохранение болевой чувствительности, неполное двигательное повреждение, возраст менее 50 лет [476].

Известные модели предикторов высокой функции верхней конечности включают в себя двигательную достаточность ее проксимальных отделов (*m. deltoid*, *m. triceps brachii*), которые отвечают за успешность опорной функции, трансфера, мобильности в кресле-коляске и других двигательных навыков [156; 221]. Двигательная состоятельность дистальных отделов зависит от активности лучевых разгибателей, мышц-сгибателей пальцев кисти, которые отвечают за хватательную и манипулятивную функции кисти [156; 304; 447; 548]. Комбинация силовых тестов для пяти мышц кисти, способности выполнения ключевого захвата первым пальцем или цилиндрического кистевого захвата объясняют более 90% вариабельности выполнения навыков домена самообслуживания шкалы SCIM III [464]. Другой аналогичной моделью восстановления функций верхней конечности (домены «самообслуживание», «мобильность») является модель, включающая в себя наличие активных движений в сгибателях пальцев (FDP), в первом пальце кисти (FPL) (влияет на степень самообслуживания), трицепсе плеча (степень мобильности пациента), способность осуществлять цилиндрический кистевой захват по окончании 1 месяца, прогностическая точность такой модели к 6 месяцам после ПСМ составляет 86-91% [548].

Анализ литературы показывает, что наиболее частыми предикторами функции верхних конечностей является сочетание функциональных тестов (VLT – Van Lieshout Test, CUE – Capabilities of Upper Extremity, SCIM III – Spinal Cord Independence Measure, III раздел, GRASSP – Graded Redefined Assessment of Strength, Sensibility and Prehension), тестов мышечной силы сгибателей и разгибателей предплечья (MMT, динамометрия), данных ЭМГ-исследования мышц предплечья и кисти [69; 156]. При этом большинство кистей со сформированным

пассивным сухожильным тенодезом кисти имеют денервацию мышц разгибателей пальцев, что способствует мышечному дисбалансу в пользу адаптивного укорочения сгибателей пальцев и повышению эффективности тенодеза в условиях смешанного верхнего пареза [74].

Известно, что суммарный двигательный балл (стандарт ISNCSCI) классификатора ASIA имеет выраженную корреляцию со степенью самообслуживания, оцененной с помощью двигательной субшкалы FIM [376], а ДУ является более точным функциональным предиктором по сравнению с неврологическим уровнем [375]. При полном повреждении спинного мозга изменения в двигательном счете для верхней конечности не коррелируют с изменениями в функциональном состоянии (SCIM III), а при неполном повреждении – наблюдается умеренная корреляция [146], это указывает на возможность одновременного развития поведенческих, компенсаторных адаптаций и истинного восстановления в рамках клинического улучшения. Следует отметить, что для формирования субъективного ощущения минимального клинического улучшения у молодых острых пациентов изменения в двигательном статусе должны быть более выражены, чем у хронических и относительно менее тяжелых пациентов [557].

1.4. Нейрофизиологические предикторы и механизмы после СМТ

Принципиальными механизмами восстановления функции спинного мозга являются: регенерация (аксональное прораствание, восстановление поврежденных волокон), реорганизация нейрональных циклов (компенсация за счет адаптивной нейропластичности), двигательная адаптация или компенсация (тренировочные эффекты, изменения двигательной стратегии) [1; 143; 164; 165]. Важным аспектом является и то, что при неполном повреждении спинного мозга, особенно в остром периоде, функциональное улучшение не связано с улучшением спинальной проводимости [524]. Патологические латенции соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) и вызванных моторных ответов (ВМО) преимущественно изменяются в первые 6 месяцев [433] и мало изменчивы в течение 6-12 месяцев после ПСМ при растущем суммарном счете классификатора ASIA [142; 579]. Это указывает на имеющийся потенциал к существенной реорганизации на корковом, подкорковом и спинальном уровнях, а также на роль развития двигательных компенсации и адаптации в основе улучшения двигательного статуса [435; 451].

Применение нейрофизиологических методов уже в раннем периоде позволяет обоснованно прогнозировать восстановление функций ходьбы [142], верхней конечности [138; 142; 144], момент манифестации вегетативной дизрефлексии [140; 141; 417]. У пациентов с неврологическим уровнем повреждения С₃-С₆ при стимуляции срединного нерва – 52%, при

стимуляции локтевого нерва – 81% пациентов имеют патологические ССВП. При уровне повреждения сегментов C₆-D₁ спинного мозга во время стимуляции срединного нерва соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП) наблюдается в менее 20% наблюдений, при стимуляции локтевого нерва – в более 85%. Пациенты с сохранными ССВП при стимуляции срединного и локтевого нерва имеют активную функциональную кисть в более 90% наблюдений [138].

Полученные вызванные моторные ответы (ВМО) при транскортикальной магнитной стимуляции (ТКМС) мышцы, отводящей мизинец, коррелируют с активной функцией кисти, получение ВМО с мышц плеча коррелирует с навыками трансфера и перемещения в кресле-коляске [142], а также со степенью выраженности функционального дефицита [433]. ТКМС с оценкой ВМО с *m. tibialis anterior* напротив обладает высоким прогностическим потенциалом, позволяя в 90% случаев предсказывать вероятность двигательного восстановления и функции ходьбы [142], обладая как минимум такой же прогностической точностью, как и двигательный счет ASIA [92; 279].

Применение стимуляционной электронейромиографии (СЭНМГ) используется для уточнения типа пареза в мышцах кисти: отсутствие М-ответа со срединного и локтевого нервов руки ассоциировано с развитием вялого пареза кисти [139], периода окончания спинального шока, которое знаменуется увеличением представленности F-волны [142]. СМТ несет в себе высокий риск развития нейрональной аксональной дегенерации каудальнее места повреждения [363; 433]. Так, спонтанная ЭМГ-активность в мышцах ног обнаруживается у 92% пациентов с тетраплегией к концу первого года после СМТ [321]. При неврологическом повреждении на уровне сегментов C₄-C₆ спинного мозга наблюдается повреждение 10% мотонейронов, связанных со сгибателями пальцев, и 26% мотонейронов, связанных с разгибателями пальцев [430]. Н. Van De Meent с соавторами обнаружили значимое аксональное обеднение у пациентов с полным повреждением спинного мозга в первые 5-9 месяцев после травмы (снижение М-ответа с локтевого нерва на 15-18%; с большеберцового нерва на 50-57%), что может быть обусловлено контузией спинного мозга, которая распространяется на 2-4 сегмента дистальнее уровня травмы [536]. В более позднем исследовании в 50% обследованных локтевых и срединных нервов обнаруживались признаки денервации уже в первые две недели после СМТ, при этом функция кисти коррелировала с результатами СЭНМГ только у пациентов с низким уровнем повреждения спинного мозга (C₆/C₇-D₁), у пациентов с высоким двигательным уровнем (C₄/C₅-C₆) такой корреляции отмечено не было [138; 139]. Аналогичные данные продемонстрировала в своей работе Р.А. Бодрова, обнаружив отсутствие поздних ответов (F-волна) у 35% пациентов с шейным уровнем повреждения [6].

Важно отметить, что у спинальных пациентов также возможно развитие локальных мононевропатий в виде синдрома карпального или кубитального канала, что связано с повышенной нагрузкой на верхние конечности в результате выполнения трансферов, пропульсий во время перемещений в кресле-коляске [418]. Другим ярким примером развития аксонального обеднения ниже уровня повреждения спинного мозга является исчезновение симптома Бабинского в результате тяжелой вторичной аксонопатии малоберцового нерва [43].

1.5. Особенности состояния вегетативной нервной системы

Большинство случаев ПСМ на шейном уровне сопровождается развитием выраженной дисрегуляции вегетативной нервной системы (ВНС) в виде нарушения терморегуляции, потоотделения, функции тазовых органов, деятельности сердечно-сосудистой системы [50]. Симпатические преганглионарные нейроны расположены в боковых рогах спинного мозга на уровне D₁-L₂, парасимпатические – в стволе мозга (n. vagus) и на уровне сегментов S₂-S₄ спинного мозга. Симпатическая иннервация C₈-D₅ обеспечивает работу сосудов верхней половины тела и сердца, D₆-L₂ иннервирует сосуды нижней половины тела и брюшной полости, D₁₀-L₂ контролирует эякуляцию и сосуды нижних конечностей, симпатический синоатриальный узел иннервируется постганглионарными парасимпатическими волокнами блуждающего нерва [122; 446; 522]. Диафрагма иннервируется из спинальных сегментов C₃-C₅, нижележащие сегменты спинного мозга иннервируют остальные скелетные дыхательные мышцы, вегетативные центры ВНС отвечают за экскрецию и бронхиальную проходимость. В связи с этим пациенты с тетраплегией имеют выраженные рестриктивные нарушения, объем ЖЕЛ снижается до уровня 50-80% от должного значения [65; 95], а также симпатопосредованные легкие обструктивные дыхательные нарушения [449]. Пациенты с тетраплегией C₅-C₆ не могут формировать адекватный кашлевой толчок для очищения дыхательных путей от секрета [121], слабость межреберных мышц приводит к нестабильности грудной стенки и появлению парадоксального дыхания, характеризующегося опусканием ребер на вдохе [72], слабый воздушный поток ведет к снижению скорости и громкости речи [371]. A. Baydur обнаружил, что пациенты с тетраплегией имеют жизненную емкость легких (ЖЕЛ), объем форсированного выдоха (ОФВ) в положении лежа выше по сравнению с положением сидя [65]. Все указанные изменения особенно проявляются в раннем периоде цервикальной СМТ в результате развития нейрогенного спинального шока и глубокого угнетения активности спинальных рефлекторных центров [61; 177].

Одними из самых распространенных патологических состояний ВНС в сердечно-сосудистой системе являются ортостатическая гипотензия, артериальная гипотония, вегетативная дизрефлексия, постпрандиальная гипотензия [123; 222; 335; 341]. Данные состояния зачастую оказывают негативное влияние на самочувствие пациента, снижают уровень ежедневной жизнедеятельности [82; 124; 339; 340] и накладывают ограничения на проводимые реабилитационные мероприятия, увеличивают количество дней госпитализации и повышают экономическую стоимость реабилитации [295; 485].

1.5.1. Вегетативная дизрефлексия, механизмы формирования и клиническая картина

Вегетативная дизрефлексия (ВД) – это наиболее опасное состояние у пациентов с ПСМ выше D₆-сегмента спинного мозга [338], характеризующееся повышением систолического артериального давления (САД) выше базового значения на 20 мм рт. ст. [522]. Во время эпизода ВД, который реализуется по типу симпатoadреналового криза, САД может повышаться до 300 мм рт. ст. [194], увеличивая риск развития церебрального инсульта в 4-5 раз [235]. В клиническом обзоре D. Wan описал 32 случая развития жизнеугрожающих осложнений, связанных с ВД, из них 23 (72%) были связаны с повреждением ЦНС (геморрагия, ишемия головного мозга, эписиндром), 7 (22%) – с кардиоваскулярными катастрофами, 2 (6%) – с отеком легких, при этом непосредственно смертельный исход наступил в 7 (22%) случаях [555].

Частота встречаемости ВД составляет 48-90%, дебютируя в течение первых двух месяцев после ПСМ [224; 271; 354] и наблюдается даже в остром периоде ПСМ [336; 487]. При полном повреждении спинного мозга ВД встречается в 91%, при неполном – в 27% случаев [141]. Наиболее частыми ее проявлениями являются головная боль, потоотделение и гипертермия, пилоэрекция выше, а бледная и сухая кожа ниже уровня спинального поражения, также наблюдаются нарушение зрения, заложенность носа, повышенное чувство тревоги, тошнота и рвота, брадикардия [63; 354; 401].

Ведущим патофизиологическим механизмом манифестации ВД является резкое возрастание спинальной симпатической рефлекторной активности в условиях супраспинальной денервационной гиперчувствительности серотонинергических преганглионарных симпатических нейронов, расположенных выше сегмента D₆ спинного мозга [128], гиперактивности периферических α -адренорецепторов [585] в ответ на афферентные импульсы из расположенных ниже зоны спинального повреждения частей тела [226; 522]. Патофизиологической основой является гипернорадреналинемия, приводящая к вазоконстрикции сосудов кожи, брюшной полости, мышц нижних конечностей, общий уровень норадреналина во время эпизода ВД может возрасти в четыре раза, а в сосудах нижних

конечностей – в 15 раз, вторичными проявлениями являются барорефлекторно-опосредованная вазодилатация в зоне выше уровня нейронального повреждения и брадикардия [312; 226] или относительная тахикардия [498].

Среди провоцирующих ВД афферентных факторов выделяют переполнение мочевого пузыря, прямой кишки, полости матки, манифестацию инфекции мочевыводящих путей, инвазивные манипуляции на нижних мочевыводящих путях, постоянные мочевые дренажи, камни мочевого пузыря, обострение геморроя, эякуляцию, тесную одежду, пролежни, вросший ноготь или иную болевую или не болевую стимуляцию с дерматомов, расположенных ниже уровня повреждения спинного мозга [297; 312]. В 85% случаев эпизоды ВД связаны с избыточным раздражением мочевого пузыря (инфекция, перерастяжение, постоянный катетер Фолея) или дистензией ампулы прямой кишки [21; 322; 522]. В дальнейшем нейропластические и вторичные нейродегенеративные изменения прегаглионарных симпатических нейронов, артериальных α -адренорецепторов стабилизируют патологическую функциональную систему, лежащую в основе ВД [94; 335; 465; 565], вероятным проявлением чего является снижение эффективности применения вазодилататоров (нитраты, гидролазин) в лечении ВД у пациентов с большей давностью ПСМ [498].

При бессимптомном течении ВД важным является ее ранняя диагностика, позволяющая предупредить наступление эпизодов с развернутой клинической картиной, которые могут усугубить коморбидный фон возрастных пациентов с тетраплегией [341]. При латентном течении ВД суточный мониторинг уровня норадреналина сыворотки показывает наличие бессимптомных пиков увеличения его уровня [312]. По данным E.S. Lee [354], порядка 50% эпизодов ВД остаются незамеченными, при этом предрасположенные пациенты могут испытывать до 40 эпизодов ВД в сутки [293; 565].

В литературе описаны следующие рутинные клинические методы верификации ВД: определение вызванных кожных симпатических ответов [140; 446], мониторинг АД во время выполнения уродинамического исследования [141; 554], манипуляций, связанных с дефекацией [224; 297], 24-часовой суточный мониторинг АД [292; 293], опросник вегетативных нарушений (Autonomic Standards Assessment Form, ISAFSCI) [341], опросник тяжести и частоты эпизодов ВД – ADFSCI [293]. В 2008 г. V.E. Claydon, A.V. Krassioukov [124] показали существование высокой корреляции между уровнем катехоламинов плазмы крови, значением низкочастотной составляющей вариабельности АД, нормализованным симпато-вагальным индексом (LF_n/HF_n) вариабельности ритма сердца (BPC), частотой сердечных сокращений (ЧСС) в покое, ЧСС в пассивной ортостатической пробе, симпатической реактивностью и уровнем и полнотой повреждения симпатических нисходящих спинальных волокон, что нашло практическое применение в создании неинвазивных систем («умные часы») обнаружения ВД с помощью

мониторинга ВРС и кожной гальванической реакции [514]. Программа коррекции ВД включает длительную превентивную стратегию по исключению ее триггеров, включающую применение интермиттирующей катетеризации, программы, улучшающей формирование и эвакуацию каловых масс и др.; в острых случаях антигипертензивные мероприятия включают вертикализацию и прием одного из следующих антигипертензивных препаратов: празозина, нифедипина или простогландина E2 [340].

1.5.2. Ортостатическая гипотензия, механизмы формирования и клиническая картина

Для пациентов с шейным уровнем ПСМ характерна артериальная гипотония, проявлением которой является снижение базового САД на 15-20 мм рт. ст. в сравнении с общей популяцией [123; 458]. В свою очередь, ортостатическая гипотензия (ОГ) – это снижение САД на 20 мм рт. ст. и более / или диастолического артериального давления (ДАД) на 10 мм рт. ст. и более через три минуты после перехода из горизонтального в вертикальное положение в виде присаживания, вставания или наклона с помощью поворотного стола (тест наклоненного стола – Tilt Table Test, TTT), независимо от наличия клинических проявлений липотимии [68]. На практике чаще всего используется поворотный стол с одномоментным углом наклона ложементов стола не менее 60 гр., при этом падение САД более 30 мм рт. ст. является более точным критерием у пациентов, имеющих гипертензию горизонтального положения [214], к тому же такой критерий способен сократить количество ложноположительных результатов с 5% до 1% [367]. В клинической практике для уточнения тяжести течения ОГ, выявления постпрандиальной гипотензии также применяется суточный мониторинг АД (СМАД) [241; 251; 292]. Встречаемость ОГ в первые месяцы после ПСМ у пациентов с тетраплегией может достигать 74% [485].

ОГ может протекать бессимптомно, ее клиническими проявлениями являются головокружение, слабость, транзиторное нарушение слуха и зрения [122]. Тяжесть течения ОГ может ранжироваться в зависимости от выраженности объективных (длительности активной вертикализации в сутки, степени ограничения повседневной активности, доли дневного времени суток с патологически низкими значениями АД) и/или субъективных проявлений [510] и в первую очередь обусловлена целостностью механизма центральной церебральной ауторегуляции [314; 466; 566], что увеличивает риск развития когнитивных нарушений и ухудшение общего самочувствия [189]. Прием пищи может вызывать постпрандиальную гипотензию за счет депонирования крови в мезентеральных сосудах [251], ночью в горизонтальном положении тела зачастую может наблюдаться феномен компенсаторной

никтурии и артериальной гипертонии, что обусловлено улучшением висцерального кровоснабжения [241].

Природа развития ОГ мультифакториальная, среди патогенетических механизмов выделяются следующие: снижение симпатической эфферентной активности от преганглионарных спинальных нейронов, снижение барорефлекторной чувствительности, снижение уровня адреналина и норадреналина сыворотки крови, детренированность сердечно-сосудистой системы, хроническая гипонатриемия, нарушение работы мышечно-венозной помпы нижних конечностей, снижение парасимпатической реактивности в виде уменьшения дыхательной синусовой аритмии [123; 124; 289; 335; 434]. Вертикализация приводит к депонированию 500-1 000 мл крови в денервированных сосудах брюшной полости и нижних конечностей [438], при этом ухудшение церебральной гемодинамики у бессимптомных пациентов с тетраплегией может быть относительно незначительным [16, 84], однако у пациентов с симптоматической ОГ при вертикализации мозговой кровотоков может снижаться на 20% и более [466].

В остром периоде СМТ ортостатическая гипотензия встречается в 82% случаев, в подостром периоде – у 74% пациентов с тетраплегией и у 20% с верхним грудным уровнем повреждения, имеющих параплегию [295; 485]. ОГ встречается во время занятий лечебной физкультурой, при выполнении трансферов из положения лежа в положение сидя или стоя, при этом лишь у 59% пациентов ОГ является симптоматической, и только у 43% пациентов ОГ ограничивает проведение реабилитации [295]. По мнению P. Cariga, в поздние сроки после СМТ во время занятий лечебной физкультурой ОГ обнаруживается у 57% пациентов, сопровождаясь субъективными проявлениями лишь у 25% пациентов [109]. Очевидно, что ОГ более выражена у пациентов с полным повреждением спинного мозга, когда снижение симпатической эфферентной активности от преганглионарных спинальных нейронов выражено в наибольшей степени [122; 417; 485]. В одном исследовании было показано, что течение ОГ более агрессивное при травматическом характере ПСМ (распространенность – 36,7%), чем при нетравматическом, в частности при дегенеративном стенозе позвоночного канала (распространенность – 5,3%) [394].

В позднем периоде спинальной травмы ОГ ограничивает использование аппаратной виртуализации и ходьбы [115], снижает качество жизни [110], препятствует проведению реабилитации [28; 82; 485]. ОГ в ряде случаев, прогрессируя с годами, может возникать непредсказуемо и длиться в течение нескольких дней, практически полностью лишая пациента способности находиться в положении сидя, около 13% пациентов с давностью СМТ более двух лет нуждаются в лечении ОГ [106].

У больных с шейной тетраплегией сохраняется физиологическое циркадное ночное снижение АД, которое, впрочем, менее выражено, чем у здоровых людей [417; 458], у которых наблюдается физиологическое ночное снижение САД на 10-20% [479]. Более низкие среднесуточные значения АД, высокая вариабельность суточного профиля АД отражают одновременное наличие у пациента ОГ и ВД [292]. Одним из возможных предикторов развития и тяжелого течения ОГ может являться исследование кожной симпатической реакции в виде вызванного кожного симпатического потенциала (ВКСП) [140; 109; 71; 312; 446], позволяющее оценить состояние спинальных и периферических невралгических симпатических проводников, при этом клиническая полнота повреждения спинного мозга, оцененная по классификатору ASIA, может не совпадать с полнотой повреждения симпатических спинальных волокон [122; 39].

1.5.3. Принципы коррекции ортостатической гипотензии

Эпизоды ОГ у пациентов ПСМ на шейном уровне длятся менее трех минут, что делает прием лекарственных средств по требованию малоэффективным, и предпочтение отдается долговременным стратегиям, таким как компрессионная терапия, функциональная электростимуляция нижних конечностей, прием лекарственных препаратов симпатомиметического (дроксидопы, мидодрина, эрготамина), гиперволемического характера (десмопрессина, флудрикортизона), ингибитора NO-синтазы (L-NAME), а также пиридостигмина [339; 306]. Традиционно сохраняется место для применения поведенческих приемов, например: опускания головного конца кресла-коляски, наклона туловища вперед сидя в кресле-коляске, постукиванию по брюшной стенке [365]. При этом наиболее доступным методом коррекции течения ОГ остаются применение компрессионной терапии в виде ношения компрессионных чулок на нижних конечностях (уровень давления от 30 мм рт. ст.) и абдоминального бандажа, использование функциональной электростимуляции (ФЭС) на мышцах нижних конечностей в момент вертикализации, максимальных силовых упражнений для верхних конечностей за 24 часа до вертикализации, дозированных ортостатических тренировок, прием соленой пищи малыми порциями, сон с приподнятым головным концом, назначения адреномиметических лекарственных препаратов [237, 339; 520].

Основные задачи лечения ОГ: 1) улучшение ортостатической толерантности без развития гипертензии в горизонтальном положении; 2) увеличение времени нахождения в вертикальном положении; 3) уменьшение проявления симптомов ОГ; 4) улучшение навыков ежедневной жизнедеятельности, связанных с вертикальным положением тела [368]. Пионером метода лечения ОГ, основанного на оказании внешнего давления на брюшную стенку и/или

компрессию нижних конечностей, стал антигравитационный костюм С. Vallbona [534]. Его частными случаями являются бандаж на брюшную стенку [316; 337], компрессионные чулки на нижние конечности [288].

Компрессионные чулки у пациентов с ПСМ обычно назначают для предотвращения венозных тромбозов, однако они также способны компенсировать дефицит симпатопосредованной вазоконстрикции и активности мышечной скелетной помпы мышц нижних конечностей, препятствуя депонированию крови в них [438]. Их применение повышает физическую производительность и сердечный выброс в ответ на физические нагрузки [286], увеличивает нормализованное симпато-вагальное отношение (LF_n/HF_n) ВРС в покое (2,5 ед. без чулок и 3,6 ед. в чулках) и после 20-минутного нагрузочного эргометрического теста в кресле-коляске (3,5 ед. без чулок и 4,9 ед. в чулках), что уменьшает выраженность ортостатической или постнагрузочной гипотензии [456].

Абдоминальный бандаж (АБ) стабилизирует брюшную стенку, увеличивает внутрибрюшное давление, уменьшает смещение диафрагмы вниз, тем самым улучшая ее сократимость, форсированный выдох и продуктивность кашля [65; 201], его использование увеличивает ЖЭЛ на 10-30% [550], снижает субъективную стоимость дыхания [256], уменьшает выраженность ОГ [337; 517], улучшает дыхательную опору речи [129; 551], а также способствует разгибанию в грудном отделе позвоночника [489]. Следует отметить, что воздействие бандажа на внешнее дыхание происходит как за счет экспираторной, так и инспираторной фазы, что может усиливать дыхательную аритмию и повышать мощность ВРС [296].

Использование ФЭС нижних конечностей при выполнении ортостатических маневров на поворотном столе уменьшает проявления ОГ за счет улучшения венозного возврата крови, увеличения преднагрузки, повышения ударного выброса крови миокардом [204]. Динамическая ФЭС нижних конечностей больше увеличивает венозный возврат по сравнению со статической ФЭС [117]. В исследовании С.У. Чао было показано, что применение ФЭС (двухканальная стимуляция с частотой импульсов 35 Гц и длительностью импульса 300 мкс) во время пассивной вертикализации уменьшает падение систолического АД до 3,7 мм рт. ст., диастолического АД до 2,3 мм рт. ст. на каждые 15 гр. подъема поворотного стола в сравнении с контрольной группой (7,7 и 4,5 мм рт. ст. соответственно) и увеличивает время вертикализации на 13 минут [114]. Доказала свою эффективность методика, включающая сочетание ФЭС с пассивными стереотипными движениями ходьбы (Erigo, Носома АГ, Switzerland), при этом гемодинамические изменения (ударный объем и среднее АД) были выше в группе с ФЭС в сравнении с группой пассивного степпинга, однако совместное применение двух методик не показало устойчивого увеличения ортостатической толерантности [17; 589].

Влияние регулярных физических занятий на течение ОГ было изучено лишь в нескольких исследованиях. Так, P. Lopes показал отсутствие положительного влияния активных циклических физических упражнений, выполняемых верхними конечностями (сгибание и разгибание в локтевом суставе) во время одномоментной вертикализации на поворотном тилт-столе, на течение ОГ [366]. Позднее D.S. Ditor показал, что у пациентов с неполной тетраплегией отмечаются положительные изменения в вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы (параметры ВРС) в результате шестимесячного курса локомоторных тренировок, однако при этом показатели ортостатической толерантности изменяются незначительно [172]. Аналогичные результаты получила и Y. Otsuka, которая обнаружила, что пациенты с полной тетраплегией, занимающиеся физическими упражнениями в течение двух лет по два часа два раза в неделю (члены команды по баскетболу на колясках), имеют более высокую ортостатическую толерантность в сравнении с теми, кто ими не занимается (менее 30 минут занятий в неделю) [423]. Позднее S.J. Harkema показала, что у пациентов с полной тетраплегией в результате интенсивных локомоторных тренировок (80 занятий), проводимых в разгрузочной системе для ходьбы (использовался жилет) с мануальной ассистенцией движений нижних конечностей, САД в покое в положении сидя увеличивается с $84 \pm 5,0$ до $104 \pm 7,0$ мм рт. ст., а падение САД при вертикализации уменьшается с $24 \pm 14,0$ до $0 \pm 11,0$ мм рт. ст. [255]. R. Solinsky, в свою очередь, показал улучшение кардиовагальной и барорефлекторной чувствительности в результате регулярных циклических аэробных упражнений, выполняемых на гребном тренажере с частотой два – три раза в неделю, длительностью занятия по 30-60 минут, совмещенных с ФЭС нижних конечностей в течение 6 месяцев [498].

Два системных обзора, касающиеся нефармакологического лечения ОГ у пациентов после ПСМ, включили 13 статей и 138 пациентов в первом [237], 26 статей и 251 пациентов во втором [339], показали на положительный эффект применения ФЭС, компрессионной терапии (чулки, абдоминальный бандаж) и фармакологических агентов. Уровень доказательности рассмотренных исследований (система оценки PICOS) был низким за счет малого количества пациентов, низкой доли пациентов с шейным уровнем ПСМ, неоднородности применяемых лечебных протоколов и методов оценки исходов лечения, отсутствия в ряде работ контрольной группы. Это указывает на то, что имеющиеся положительные эффекты применения нефармакологических методов по-прежнему малоизучены, накопленный материал не систематизирован и мало используется на практике.

1.6. Качество жизни и психоэмоциональное состояние пациентов после СМТ

СМТ на шейном уровне вызывает нарушение многих важнейших компонентов здоровья [233], дезинтегрирует множество функций организма, расположенных ниже уровня повреждения: функции верхних конечностей, тазовых органов, локомоцию и сексуальную сферу [55; 488; 496] – вызывает появление вегетативных, метаболических и эндокринных нарушений, пролежней, а также ассоциирована с развитием депрессии, хронической боли и спастичности [53; 89; 185; 210; 228; 253; 345; 405; 570]. Описанные нарушения структуры и функции приводят уже к вторичным нарушениям на уровне активности и участия в основном в сфере мобильности (трансфер и локомоция) [77; 493; 501] и зачастую ассоциированы со снижением социальной реинтеграции инвалида в общество [56; 275; 405], что затрагивает всех членов его семьи [291; 315].

У 30% пациентов с СМТ имеется связанный с ней нейропсихологический дефицит, проявляющийся в нарушении зрительно-слухового обучения, зрительной организации пространства и внимания [152]. В остром периоде СМТ у 12-16% пациентов имеются существенные когнитивные и поведенческие нарушения [347], что снижает их комплаентность, двигательную обучаемость, мотивацию, качество жизни. Хроническое нейровоспаление, сохраняющееся у спинальных пациентов, ведет к прогрессированию когнитивных нарушений и, вероятно, является фактором риска развития деменции [171; 359].

По данным зарубежных авторов, у 18-37% пациентов после СМТ развиваются депрессивные нарушения [89; 185; 203; 570]. В РФ их распространенность несколько выше, так, М.А. Леонтьев обнаружил тревожно-депрессивные расстройства у 72% пациентов [27]. В свою очередь, Г.Е. Иванова с соавторами показали, что встречаемость депрессии составляет 54%, при этом у женщин депрессия встречается в 69% случаев, а у мужчин – в 36% наблюдений, высокая личностная тревожность встречается у 64%, высокая реактивная тревожность – у 11% пациентов после ПСМ [19]. Позднее И.Н. Нестерова показала низкую встречаемость депрессии и ситуативной тревожности в промежуточном и позднем периодах ПСМ, которая составляла по 5%, и повышение личностной тревожности у 47% [36]. В то же время, по мнению О.И. Хохловой, психологическая дезадаптация в срок до трех лет после ПСМ наблюдается у 65% пациентов, что указывает на сложность формирования эффективных копинг-стратегий [44].

Огромное значение в контроле за хронической болью, выраженностью депрессии, уровнем качества жизни играют факторы окружающей среды, связанные с улучшением мобильности пациента и доступностью транспортной инфраструктуры, высоким уровнем его удовлетворенности социальной реинтеграцией [188; 227; 405]. Известно, что данная группа

пациентов имеет низкую вероятность трудоустройства [54; 360; 474]. Развитие депрессии связано не только с аффективными, когнитивными, соматическими нарушениями, но и со снижением физической активности и эффективности реабилитации, она также ассоциирована с большим риском развития пролежней и осложнений со стороны мочевыводящих путей, а также ростом нагрузки на ухаживающий персонал, что существенно влияет на качество жизни пациента [185; 253; 344]. Пациенты с давностью СМТ более 20 лет нуждаются в большей внешней помощи, характеризуются уменьшением степени функциональной независимости и уровня социальной реинтеграции [391].

Измененные жизненные ожидания, личностные значения, субъективные маркеры качества жизни препятствуют социальной реинтеграции и восстановлению качества жизни пациентов после СМТ, являясь, в свою очередь, новыми мишенями для реабилитации [167; 420]. При субъективном подходе качество жизни определяется индивидуумом на основе эмоций или ощущения счастья, чувства достаточной самоэффективности и самооценки, степени удовлетворенности жизнью в контексте достижения жизненных ожиданий [166; 234].

М. Воакье показал, что короткая версия Health Survey (SF-36) и короткая версия опросника качества жизни ВОЗ (WHOQOL-BREF) – это наиболее часто используемые опросники качества жизни у спинальных пациентов [85]. Важно подчеркнуть, что общие шкалы оценки качества жизни часто показывают эффект «дно-потолок», содержат нерелевантные вопросы, имеют низкую валидность (например, вопросы о самостоятельной ходьбе) и чувствительность в популяции спинальных пациентов. Так, М. Post и L. Noreau считают, что субъективные шкалы качества жизни более корректны для спинальных пациентов, чем объективные [441], что нашло живой отклик среди пациентов во время их интервьюирования с помощью шкалы Canadian Occupational Performance Measure (COPM) в виде повышения их вовлеченности в реабилитационный процесс [157; 245; 576].

У пациентов с тетраплегией наблюдается снижение качества жизни в сравнении со здоровыми пациентами, наиболее выраженное в домене «двигательная активность» или «ограничение физической роли» [85; 227]. Пациенты с тетраплегией требуют большей помощи при реализации прежних двигательных навыков и жизненных привычек [275; 420], при этом сформированные навыки пользования креслом-коляской [287; 455], уменьшение депрессивных проявлений [519], регулярные занятия фитнесом [416; 493] являются предиктором улучшения качества жизни и уровня их социальной реинтеграции. Так, было показано, что регулярная физическая активность ведет к улучшению качества жизни, повышает удовлетворенность жизнью, психологическое благополучие, способствует уменьшению интенсивности хронической боли и выраженности депрессии [27; 238; 453; 468].

1.7. Вторичные заболевания, осложнения после СМТ

После СМТ отмечается умеренная представленность таких вторичных заболеваний, как мышечно-скелетная боль – 64%, отеки ног – у 39%, нейропатическая боль – у 34%, инфекции мочевыводящих путей – у 33%, которые снижают качество жизни [48]. Существенное влияние на качество жизни, двигательную активность, сон, настроение оказывают нейропатическая боль и мышечная спастичность [53; 210], дестабилизация течения которых связана с развитием «негативной нейропластичности» [94; 313; 381]. У пациентов после ПСМ встречаемость нейропатической боли может достигать 50-60%, а спастичности – более 30-40% [285], и в некоторых случаях они могут иметь общие центральные механизмы развития [210; 480], нарушая двигательную активность и сон [285; 535; 569]. Нейропатическая боль по локализации классифицируется на боль, расположенную на уровне поврежденного сегмента спинного мозга (13-41%) и ниже поврежденного сегмента (27-34%) [569]. Значимая спастичность имеет наибольшую выраженность при неполном двигательном повреждении спинного мозга (тип С по шкале AIS) [285; 535].

Гетеротопические оссификаты встречаются у 3-8% спинальных пациентов, варьируясь от 10-78%, поражая тазобедренные суставы в 70-97% случаев в первые два месяца после ПСМ, чаще бывают при полном повреждении спинного мозга [21; 107]. Артропатические формы гетеротопических оссификатов, выраженная спастичность существенно ограничивают мобильность в тазобедренных суставах, влияя на положение пациента сидя в кресле-коляске, препятствуя выполнению навыка пересаживания (трансфера) из кресла-коляски и обратно, способствуют перегрузке мягких тканей и формированию пролежней [345]. Дополнительное влияние на вероятность их формирования играют пролежни, инфекции мочевыводящих путей, камни почек, флеботромбоз глубоких вен нижних конечностей, микротравматизация периферических суставов, выраженная спастичность, мужской пол и курение, что подчеркивает роль нейроиммунного воспаления в их формировании [573; 587].

К поздним осложнениям, развивающимся в первый год после ПСМ, относятся (пациенты с параплегией/пациенты с тетраплегией): пролежни – 15,2/25,2%, пневмония – 3,5/6,9%, тромбоз глубоких вен голени – 2,1/4,5%, камни в мочевыводящих путях – 1,5/2,0%, патологические переломы – 0,3/0,7%, вегетативная дизрефлексия – 10,9/16,0%. Их встречаемость выше у пациентов с полной тетраплегией, при этом с годами (5-10 лет после ПСМ) встречаемость патологических переломов, камней, пролежней, эпизодов вегетативной дизрефлексии растет, флеботромбозов – уменьшается, а пневмоний – не изменяется [393; 343; 537]. Е.В. Филатов наблюдал осложнения у 55% пациентов после СМТ, из них 13% составили пролежни, 17% – урологические осложнения, 9% – ортопедические, комбинированные

осложнения были отмечены у 16%, отмечено негативное влияние пролежней и урологических осложнений на динамику двигательного восстановления и улучшение функции ходьбы [42].

Хронические отеки нижних конечностей встречаются у 39% спинальных пациентов, пользующихся креслом-коляской [48] и зачастую объясняются гравитационно-обусловленным механизмом формирования [511]. Увеличение веса ног в результате их отека затрудняет выполнение трансферов, уменьшается подвижность в суставах, способствуя формированию суставных контрактур и инфекций кожи [249; 537]. Лечение отеочного синдрома включает в себя возвышенное положение сегмента, компрессионную терапию, кинезиотейпирование, ручной лимфодренажный (ретроградный) массаж, аппаратную прессотерапию, ФЭС нижних конечностей [249].

Суставные контрактуры характеризуются уменьшением объема движения и деформациями, ограничивают локомоторные возможности, ведут к снижению эффективности реализации двигательных активностей [254]. По окончании первого года после ПСМ встречаемость контрактур составляет от 43 до 66%, локализация контрактур: 43% – плечевой сустав, 33% – локоть и предплечье, 41% – кисть и запястье, 32% – тазобедренный, 11% – коленный, 40% – голеностопный суставы [168]. Пациенты с ДУ С₅, С₆ склонны к формированию сгибательных контрактур в локтевом суставе в результате дефицита активности трицепса плеча [96]. Пациенты с ДУ С₆, С₇ в 48% имеют контрактуры в области кисти и запястья в срок даже более 15 лет после СМТ [259]. Порядка 70% пациентов с тетраплегией имеют контрактуры плечевого сустава более 10 гр. по окончании одного года после СМТ [198].

Большинство патологических переломов костей у пациентов с тетраплегией связаны с развитием вторичного остеопороза, активная потеря костной массы в парализованных верхних и нижних конечностях происходит уже в первые месяцы после ПСМ, составляя порядка 50-70% [199; 595]. Частота патологических переломов нижних конечностей составляет 2%, из них 61% – это внесуставные переломы бедренной кости, средний возраст их возникновения составляет 9 лет после СМП [219]. В результате развития патологического перелома риск развития осложнений, таких как пролежни, тромбоз вен нижних конечностей, деформации или укорочения нижней конечности, несращение перелома, составляет 13% при оперативном и 15% при консервативном методе лечения [219].

1.8. Физическая реабилитация

В австралийской модели реабилитации глобальными задачами для пациента являются восстановление способности поддерживать себя (осуществлять уход за собой, членами семьи, местом проживания), работать, учиться или управлять финансовыми средствами, а также быть

вовлеченным в самоактуализирующие виды деятельности (отдых и досуг) и получать удовлетворение от жизни (подход «сверху-вниз») [528]. В то же время отечественная система реабилитации преимущественно ориентирована на структурный, двигательный уровень (подход «снизу-вверх») в рамках использования концепции Международной классификации функционирования (МКФ) [3; 8; 16; 20; 22; 23; 31; 575].

1.8.1. Варианты реабилитационных подходов

Задач-ориентированный подход

Постановка задач – ключевой процесс реабилитации [358]. Пациент-ориентированная постановка реабилитационных задач повышает уверенность и приверженность пациента к реабилитации [358; 512], его мотивацию и ее эффективность [459; 486]. Отличительными особенностями методики являются: вовлечение пациента во все фазы реабилитационного процесса; мнение пациента имеет значение в определении приоритетов реабилитации, в принятии адекватных стратегий лечения и достижении желаемых результатов реабилитации; роль физиотерапевта (инструктора-методист по лечебной физкультуре, специалист по эрготерапии) подразумевает внимательность к нуждам пациента, обеспечение его всей необходимой информацией с целью принятия сбалансированного решения [513]. Другими словами, пациент и физиотерапевт вместе определяют задачи реабилитации, процесс их реализации и оценивают ее результаты [183; 421]. Задачи реабилитации определяются прогнозом функционального восстановления, негативный реабилитационный прогноз должен быть известен пациенту до начала приглашения его и членов его семьи на встречу с мультидисциплинарной командой и соответствовать принципу реалистичности [324; 327].

Задач-ориентированный подход в реабилитации включает в себя анализ выполнения специфичной и актуальной для пациента двигательной активности, разбиение ее по ключевым фазам выполнения с выделением наиболее слабых и сильных мест путем сравнения со стандартным паттерном выполнения активности, и построение визуальной шкалы ее достижения (Goal Assessment Scale, GAS) [91; 119; 533]. Указанный двухэтапный прием, объединяющий в себя пациент- и задач-ориентированные подходы, в последнее время широко применяется в нейрореабилитации [183; 186; 504]. Важно отметить, что данный метод не противоречит традиционной системе лечебной физкультуры, принятой в нашей стране, в основе которой лежат такие принципы, как систематичность, индивидуализация, специфичность, дозируемость и этапность [20; 22; 40].

Задач-специфичность, обратная связь, вариативность обучения – ведущие компоненты двигательного обучения, которое одновременно является проявлением и феномена адаптации, и

процесса усвоения новых двигательных навыков, при этом известно, что двигательное обучение способно потенцировать двигательное восстановление [328]. Было показано, что функциональная корковая реорганизация требует практики, ассоциированной с использованием значимых для индивидуума задач или стимулов, и обусловлена вовлеченностью лимбических структур [318; 437]. К принципам двигательного обучения в западной литературе относят: 1) тренировку физических качеств, отдельных компонентов движения, лежащих в основе тренируемой активности; 2) разделение активности на отрезки, пропорциональные по сложности их выполнения; 3) облегчение выполнения задания, связанное с объективными признаками; 4) обучение активности в обратном порядке. На практике происходит их сочетание с физиологическими принципами силовых тренировок, такими как повторный максимум, прогрессирование нагрузок, специфичность и функциональность [521; 527].

На практике пациент-ориентированный подход реализуется с помощью применения специальных шкал: канадской шкалы измерения ежедневной жизнедеятельности (Canadian Occupational Performance Measure, COPM), пациент-специфичной функциональной шкалы (Patient-Specific Functional Scale, PSFS), шкалы достижения цели (Goal Attainment Scale, GAS), оценки самоопределяющихся задач (Self-Identified Goals Assessment, SIGA). Алгоритм их применения схож и состоит в вычленении актуальных для пациента проблем (лист проблем) с выделением соответствующих двигательных активностей, их ранжированием по значимости и способностью их выполнить самим пациентом [581]. Около 75% пациентов считают COPM полезным для обнаружения релевантных для них проблем [390], при этом отмечается, что порядка 50% указанных проблем могут быть нереалистичными или недостижимыми [119; 483]. Западные эрготерапевты отмечают, что COPM облегчает ведение документации и оценку эффективности результатов реабилитации [576], повышает мотивацию к реабилитации [245]. Так, С. Donnelly обнаружила, что с помощью COPM релевантные реабилитационные задачи пациентов с тетраплегией распределяются следующим образом: самообслуживание – 79%, продуктивность – 12%, досуг – 9%, – а при применении набора кодов МКФ наиболее релевантные задачи были сформированы в категориях «мобильность» – 63%, «самообслуживание» – 35%, «работа по дому» – 14% [183].

Важно отметить, что опросник COPM в качестве инструмента для оценки результатов реабилитации является более чувствительным к изменениям, чем стандартные шкалы функций в позднем периоде ПСМ [157]. COPM был разработан для определения и расстановки приоритетов в определении специфических (актуальных, важных) для пациента проблем жизнедеятельности и оценки изменений в них [351]. Также COPM широко используется как инструмент для постановки задач реабилитации на уровне активности, а в 50% исследований

является инструментом для первичной оценки эффективности лечения [581]. COPM имеет хорошую достоверность, надежность и чувствительность [111; 157].

Важно еще раз подчеркнуть, что при пациент-ориентированном подходе к проведению реабилитации изменения в выбранных активностях зачастую и становятся мишенями реабилитации. Задачи реабилитации должны соответствовать принципам SMART, то есть быть специфичными, измеряемыми, доступными, реалистичными, время-обусловленными [90]. Существует диссоциация между представлениями пациента и мнением реабилитационной команды в отношении ожидаемого уровня восстановления ходьбы, степени восстановления навыков самообслуживания – уровень взаимного согласия составляет порядка 50-70% [473; 494].

Лимитирующими факторами для реализации пациент-ориентированного подхода являются потенциально низкие двигательные возможности у пациентов с высокой цервикальной тетраплегией (ДУ С₆ и выше), ранний реабилитационный период, преобладание пассивной копинг-стратегии, наличие депрессии или хронического болевого синдрома, когнитивный или речевой дефицит [245; 357; 505]. A.I. Spoorен предложила при формировании курса занятий по тренировке релевантных задач, связанных с верхними конечностями (задач- и пациент-ориентированный подход), длящегося 8 недель по три раза в неделю, включать в него две из пяти наиболее релевантных двигательных активностей (специальных), собранных с помощью COPM, и одну активность (базовую), выбранную из теста VLT (Van Lieshout Test) [504]. При этом положительные изменения в экспериментальной группе были отмечены как в специальных, так и в базовых активностях, средняя прибавка по шкале VLT составила 5 баллов, в контрольной группе – 2,5 балла, значимых различий по шкалам FIM (Functional Independence Measure), QIF (Quadriplegia Index of Function) между группами выявлено не было, однако было отмечено повышение удовлетворенности пациентов качеством жизни. A. Chompoonimit также подтвердила эффективность восьминедельной программы занятий, содержащей задач- и пациент-ориентированный подход, в виде улучшения перцепции собственных двигательных возможностей у 33-67% пациентов [119].

МКФ-ориентированный подход

Альтернативным подходом к управлению реабилитационным процессом является применение системы Международной Классификации Функционирования (МКФ) [575]. МКФ в рамках биопсихосоциальной модели здоровья позволяет интерпретировать функцию организма в целом, делая акцент на таких положительных аспектах, как здоровье и его функции, являясь концептуальной моделью для оценки состояния пациента и результатов реабилитации [508]. МКФ позволяет направлять реабилитацию и структурно интерпретировать результаты

полученных изменений [491]. МКФ – это стратегический инструмент, предназначенный главным образом для описания, а не для количественной оценки нарушений, при этом безусловным является применение в клинической практике структурной основы МКФ, отражающей комплексный подход к оценке состояния пациентов через четыре основных домена: структура и функция, активность, участие и контекстуальные факторы (личностные и окружающей среды) [7; 12; 30; 575]. В практическом плане МКФ позволяет оценить уровень функционирования пациентов, определить спектр реабилитационных задач, выполнить комплексную оценку эффективности реабилитации с помощью проблем-ориентированных или болезнь-стандартизированных наборов категорий или кодов МКФ, сформировать некий профиль ограничения жизнедеятельности [12; 30; 406].

Для спинальных пациентов были апробированы усредненные наборы релевантных категорий МКФ: 1) полный набор (ICF Core Sets) содержал 162 категории второго, третьего и четвертого уровня (63 категории – функции тела, 14 категорий – структура тела, 53 категории – активности и участия, 32 категории – факторы окружающей среды); 2) сокращенный набор (Brief ICF Core Sets) содержал 25 категорий второго уровня (функции тела – 8, структуры тела – 3, активности и участия – 9, окружающая среда – 5), которые позволяли стандартизировать и структурировать выбор и анализ проблем пациента после ПСМ [78; 320]. В дальнейшем указанные наборы кодов-категорий были дифференцированы для подострого и позднего периодов после ПСМ [120; 320]. Недостатками данного подхода является практическая массивность алгоритма, необходимость его дополнительной валидации [64], а также неполное соответствие кодов-категорий актуальным проблемам пациента [28]. Последнее является наиболее чувствительным аспектом. Так, 17,6% проблем, выявленных при детальном обследовании, 29% персональных факторов и 44% дополнительных проблем не вошли в сокращенный набор МКФ [406]. При этом полный набор категорий МКФ получил более 75% согласий экспертов в области эрготерапии [273]. Важным недостатком оценок сокращенного набора категорий МКФ можно назвать то, что они являются только количественными, и их применение невозможно при качественной оценке двигательных задач реабилитации, которые соответствуют принципам SMART; так, 49% реабилитационных целей не могут быть классифицированы кодом МКФ, а 96% описаний кодов-категорий не являются специфичными для полноценного отражения реабилитационных целей [246].

1.8.2. Методы физической реабилитации

Основные направления физической реабилитации

Известно, что эффективность реабилитационных методик базируется на принципах нейропластичности [81; 553], реализованных на базе функциональной теории организации движения П. К. Анохина [1]. В основе активность-индуцированной нейропластичности, которая значительно лимитирована, лежат экспрессия генов, аксональный спраутинг, синаптические перестройки, длительная потенциация спинальных интранейрональных синапсов, миелинизация [165; 209; 381]. На современном этапе увеличение спонтанной двигательной реорганизации и адаптационной нейропластичности возможно за счет применения таких стратегий, как нейромодуляция, физическая реабилитация, применение стволовых клеток и биологических «заплаток» на спинной мозг, нейропротективной фармакотерапии, лазеротерапии [132; 264; 313].

Традиционная физическая реабилитация опирается в остром и подостром периодах СМТ на рациональное использование остаточных двигательных и чувствительных потенциалов для замещения функционального дефицита, достижения оптимального функционирования в рамках формирования новых компенсаторных двигательных стратегий, адекватного ортопедического обеспечения и модификации среды, окружающей пациента (например, создания безбарьерной среды), для облегчения выполнения двигательных активностей, а также предотвращения развития осложнений; в позднем периоде СМТ применяются реконструктивные стратегии с целью замещения потерянных двигательных функций за счет функциональной электростимуляции (ФЭС), сухожильно-мышечных или невральных трансферов [97; 132; 213]. Важным элементом комплаентности пациентов для вышеуказанных реабилитационных стратегий являются их ожидания и представления о полезности того или иного метода лечения [242; 577].

Понятие реабилитационного потенциала включает естественное сочетание спонтанных и индуцированных процессов сано- и патогенеза, предполагающее достижение пациентом определенного уровня функций, двигательной активности и степени самообслуживания с учетом контекстуальных и психологических факторов МКФ [575]. Его определение включает в себя попарное взвешивание двух понятий. Реабилитационная возможность отражает степень участия или уровень активности в реальных жизненных условиях и отвечает на вопрос «Что пациент делает сейчас?». Реабилитационная способность учитывает возможность выполнения задания или действия типичным или наилучшим способом в стандартизированных условиях, отвечает на вопрос «Что пациент может сделать?». Реабилитационный потенциал, соответственно, представляет собой разность между реабилитационными способностью и

возможностью в конкретном временном континууме [8; 575]. Так, Р.А. Бодрова показала, что у 6,5% пациентов с тетраплегией реабилитационный потенциал отсутствует, а у 85% остается низким [9; 10].

Существует совсем немного исследований, изучающих эффективность применения физических упражнений при восстановлении двигательных функций верхней конечности [126; 369]. Большинство исследований фокусирует внимание на изучении влияния физических упражнений на уменьшение потери мышечной и костной массы, изменение состава тела, улучшение состояния сердечно-сосудистой системы и метаболического профиля [202; 236; 277], улучшение синаптической пластичности [545], продукцию трофических факторов [131], уменьшение провоспалительных цитокинов [460]. В большинстве случаев ПСМ снижает кондиционные возможности пациентов, препятствуя выполнению высокоинтенсивных физических упражнений [134; 294]. Известно, что в результате длительных регулярных вертикальных нагрузок у 87% пациентов улучшается самочувствие, уменьшаются отеки и выраженность мышечных спазмов нижних конечностей, нормализуется функция мочевого пузыря и нижних отделов кишечника [196; 204].

Тренировки состоят из силовых физических упражнений с сопротивлением, выполняемых с помощью тренажеров и свободных весов, а также функционального тренинга, в котором силовые упражнения сконцентрированы вокруг выполнения ADL-навыков. Первый вариант повышает силовые и энергетические способности тренируемых мышц, второй – улучшает постуральный контроль, координацию и самоэффективность [58; 527]. Силовые упражнения эффективно способствуют нарастанию мышечной силы на 33-83% по истечении 15 месяцев после ПСМ на шейном уровне [184], также наблюдается улучшение функций верхних конечностей на фоне задач-специфичного тренинга в сочетании с ФЭС [283], задач-специфичного тренинга в сочетании с острой интермиттирующей гипоксией [530]. Единичные исследования рассматривают эффективность специализированных реабилитационных программ, состоящих из двигательных заданий, связанных с отдельной тренировкой кистевых, пальцевых захватов, бытовых навыков и навыков самообслуживания, в отношении улучшения функций верхних конечностей [18; 265; 447; 503].

Выполнение физических упражнений сопровождается улучшением дыхательных объемов и максимальных аэробных способностей [247]. Силовые тренировки и ручная эргометрия, выполняемые два раза в неделю в позднем периоде ПСМ длительностью девять недель, сопровождаются повышением мышечной силы верхней половины тела на 19-34%, уменьшением уровня боли и депрессии [276]. При этом силовые занятия характеризуются дефицитом формирования ответных сердечно-сосудистых адаптационных (ортостатических)

механизмов [230]. Следует отметить эффективность инспираторного тренинга для улучшения параметров внешнего дыхания и повышения силы дыхательных мышц [516].

Двигательное представление вызывает типичные для истинного движения паттерны корковой активации премоторных зон, облегчая обучение двигательным навыкам, имеет умеренный клинический вес при восстановлении двигательных функций в реабилитации инсульта [481], однако способствует лишь увеличению двигательной вариабельности разгибания запястья у пациентов с ДУ С₆ [161]. Наблюдение за движением способствует некоторому улучшению двигательной функции и реорганизации сенсорной репрезентации верхней конечности после инсульта [426], однако клинического значения для спинальных пациентов обнаружено не было [471]. В свою очередь, применение виртуальной реальности обогащает реабилитацию за счет интерактивности, мультисенсорной стимуляции, задач-специфичности, повышения мотивации и интенсивности и имеет широкое применение в реабилитации церебральной патологии [162]. В двигательной реабилитации пациентов с тетраплегией таких доказательств недостаточно, отмечаются лишь увеличение вторичных двигательных параметров, связанных с координацией, выносливостью, кинематикой кисти, и более высокая удовлетворенность такими процедурами [444]. ФЭС-эргометрия верхних конечностей увеличивает мышечную силу трицепса плеча, аэробную выносливость, расширяет функциональную независимость пациента, едва влияя на силу кистевых захватов [412; 276; 428], повышает максимальное потребление кислорода до 103%, мощность выполняемой работы до 113% в результате домашней программы занятий по три раза в неделю в течение года [305].

Тренировки с биологической обратной связью (БОС) по поверхностной ЭМГ в реабилитации функций верхних конечностей позволяют усиливать резидуальные мышечные сокращения и ускорять сенсомоторное переобучение после сухожильно-мышечных трансферов [509]. Изолированное применение данной методики показало низкую эффективность при инсульте [574], а также в острой и хронической фазах после ПСМ на шейном уровне [333]. Приобретает клиническое значение добавление чрезожной электрической нейростимуляции (ЧЭНС) к физическим упражнениям, что потенцирует нейропластичность моторной коры [546]. Применение ЧЭНС на срединный нерв в сочетании с интенсивной задач-ориентированной лечебной гимнастикой улучшает двигательную и хватательную функции верхних конечностей [67; 283].

Терапевтическая электронейромиостимуляция (тЭНМС) улучшает функциональное восстановление за счет увеличения силы мышц с сохранной иннервацией (Hebb-принцип), изолированное ее применение дает минимальный клинический результат, однако ее сочетание с функциональными задач-ориентированными упражнениями повышает эффективность и формирует адаптивный нейропластический эффект у пациентов после церебрального инсульта

[290]. Было показано, что тЭНМС, независимо от применения биологической обратной связи (БОС), не увеличивает двигательные возможности рук в подостром периоде СМТ [298; 333]. Добавление электростимуляции к прогрессивным силовым упражнениям для укрепления разгибателей запястья также не дает дополнительного клинического эффекта [240]. По данным Р.А. Бодровой, реабилитация, включающая силовые тренажеры и электростимуляцию с БОС по ЭМГ, улучшило состояние у 36% пациентов с ПСМ на шейном уровне в позднем периоде [9; 10].

Робот-связанный тренинг верхней конечности реализуется с помощью применения экзоскелета или роботизированного электромеханического тренажера, обеспечивает интенсивный задач-специфический двигательный тренинг, увеличивая сенсомоторный вход и моделируя нейропластичность [369; 591; 402]. В экзоскелете выполняется контроль за движениями в суставах-мишенях за счет его надевания на руку, для дистального отдела верхней конечности сценарий может затрагивать выполнение движений в запястье или пальцах кисти [373]. В роботизированных тренажерах взаимодействие с конечной целью (предметом) происходит преимущественно в дистальном отделе верхней конечности в рамках predetermined игровой стратегии [192]. Данные технологии являются дополнением к традиционной реабилитации в остром или подостром периодах [593] или могут применяться изолированно в хроническом периоде ПСМ [130]. Интересными являются работы по оценке эффективности различных кистевых тренажеров (MediSens) с БОС механического типа [282; 590]. Новым направлением являются: применение гибридных «мягких» роботов-экзоскелетов с системой электро-мышечной стимуляции, в которых биоуправление осуществляется с помощью ЭМГ- или ЭЭГ-контроллера [187]; использование автономных ЭМГ-управляемых роботизированных ортезов [588], роботизированных перчаток эластомеров с пневматическим приводом (Soft Extra Muscle, SEM Glove) [108].

Было изучено практическое применение экзоскелетной роботизированной системы Armeo Spring (Hocoma AG, Switzerland), интегрированной с модулями биологической обратной связи, виртуальной реальности и игровым интерфейсом (тренажер с конечной целью) у пациентов с тетраплегией в подостром периоде. Взаимодействуя с компьютерной системой, пациент находился в кресле-коляске (одна из верхних конечностей располагается в экзоскелетной системе), выполняя активно-пассивные упражнения как верхней конечностью, так и туловищем, при этом в 25% предлагаемых двигательных заданий требовало участие медицинского персонала, к тому же данная технология не показала дополнительных преимуществ, за исключением случаев с частично сохранными функциями кисти [593]. В исследовании на пациентах с неполным двигательным повреждением спинного мозга

реабилитация с помощью экзоскелета МАНІ Ехо-II не принесла каких-либо дополнительных преимуществ для функций верхней конечности [220].

В другом исследовании у пациентов с тетраплегией в подостром периоде после СМТ оценивалась эффективность добавления к стандартной программе реабилитации ФЭС, позволявшая выполнять хватательные движения кистью (контролер был расположен за ухом и чувствителен к щелчку зубами) и интегрированной в игровые занятия на роботизированной станции ReJoyce (Канада), длительность занятия – по часу в день, частота – пять раз в неделю в течение восьми недель, при этом добавление данной задач-специфичной программы к стандартной программе реабилитации не давало дополнительных эффектов [265]. Эффективность робот-ассоциированной реабилитации верхних конечностей в настоящее время имеет слабую доказательную базу и способствует лишь увеличению интенсивности реабилитационных мероприятий [402; 590].

В целом в западной литературе отмечена невысокая эффективность традиционных программ физической реабилитации, направленных на улучшение функции верхней конечности как на уровне структуры, так и на уровне активности у пациентов с тетраплегией [503], при этом понятие «интенсивность реабилитации» имеет существенное значение при реабилитации больных с инсультом [348] и спинальной параплегией [15; 23; 182], однако в настоящее время, учитывая низкий капаситет функций верхней конечности в позднем СМТ на шейном уровне, данная парадигма не имеет четкой доказательности у больных с тетраплегией [265; 386]. Это соответствует наблюдениям L. Harvey, показавшей, что формирование функциональной кисти в подостром периоде СМТ зависит преимущественно от неврологического статуса [257] и не улучшается на фоне применения позиционных ортезов, формирующих функциональный тенодез [181; 261; 262], который остается стабильным на протяжении дальнейших 10 лет [259].

При рассмотрении отечественной литературы следует остановиться на диссертационном исследовании Р.А. Бодровой [10], в котором активная медицинская реабилитация рассматривается как синоним физической реабилитации с акцентом на лечебную физкультуру и механотерапию. Спинальные пациенты классифицировались по реабилитационному потенциалу, который, в свою очередь, комплексно оценивался с помощью шкал оценки неврологического (стандарт ISNCSCI), функционального статуса (Valutazione Funzionale Mielolesi, VFM), выраженности сегментарных и проводниковых нейрофизиологических нарушений (ЭМГ, СЭНМС, ТКМС). При этом за 100% принимался абсолютный уровень активности, включающий освоение пациентами всех двигательных навыков, в том числе и ходьбы. Эффективность программ реабилитации оценивалась отдельно для шейного, грудного и поясничного уровня повреждения. В группе с тетраплегией акцент на разделение пациентов по двигательному уровню, сохранности функций верхних конечностей с учетом независимости

по навыкам самообслуживания был выполнен в ограниченном объеме. Программа активной реабилитации была разделена на два вида: для пациентов с низким и высоким реабилитационным потенциалом. Период наблюдения составил от пяти – шести дней до одного – полутора лет, преобладали пациенты с полным повреждением спинного мозга; в итоге было отмечено улучшение двигательной функции (классификатор ASIA) на 13%, функциональной независимости (шкала FIM) – на 15%, уменьшение тревоги на 15% и депрессии на 24%, увеличение мышечной силы верхних конечностей на 24-28%.

В диссертационной работе И.Н. Морозова [33] период наблюдения составил от четырех месяцев до 10 лет, большая доля пациентов (40%) имела неполное двигательное повреждение спинного мозга. Применяемая комплексная реабилитация включала в себя двигательный, психологический, урологический аспекты, а также программу лечения пролежней. Пациенты были традиционно распределены по уровню ПСМ на шейный, грудной и поясничный. Была сделана интересная попытка спрогнозировать функцию кисти и ее функциональности на основе приближения тензометрических показателей кистевого цилиндрического захвата к нормативным значениям с помощью технологии оценки распределения давления (пленки F-Skan, США). Оценка самообслуживания выполнялась с помощью шкалы VFM, оценка кисти – по способности к захвату и силе мышц, оценивались вертикальная поза и ходьба, состояние пролежней, компенсация функции мочеиспускания, психологический статус (шкала Ликарт: 0-5 баллов). Основной акцент в реабилитации также был сделан на восстановлении функции ходьбы; классификация пациентов в клинко-реабилитационные группы (КРГ) выполнялась исходя из степени количественных нарушений функций. Программа двигательной реабилитации включала ходьбу с БОС по ЭМГ, тренировку функции кисти с БОС по ЭМГ, стабилметрический тренинг. Отличные результаты лечения в третьей клинко-реабилитационной группе (КРГ) (тяжелые пациенты) были у 79%, в контрольной группе – у 11%, через год отличные результаты в основной группе были у 42%, в контрольной группе – у 25% испытуемых.

В.Д. Даминов [16] изучал применение роботизированной механотерапии для восстановления функций стояния и ходьбы у пациентов после ОНМК и ПСМ (подострый период), при этом неполное двигательное повреждение (типы С и D) было у 74%, двигательный уровень C₅-C₈ – у 68%, с использованием систем «Эриго» (Швейцария) (система этапной вертикализация) и «Локомат» (Швейцария) (роботизированный тренажер ходьбы) на протяжении 6 месяцев. Состояние пациентов оценивалось с помощью клинко-функциональных (шкалы Бартел, Ривермид) и нейрофизиологических критериев (ВМО, ССВП), а также электромиографических и биомеханических параметров ходьбы. Следует отметить, что в этой работе среди пациентов с ПСМ на шейном уровне была большая доля с неполным

двигательными повреждением (типы С и D). В результате было отмечено улучшение состояния ВНС в виде более ранней вертикализации, значение средней линейной скорости кровотока в средней мозговой артерии на 21-е сутки повысилось на 19%; роботизированная механотерапия привела к уменьшению степени нижнего двигательного парализа.

Таким образом, анализ отечественных работ, выполненный за последние 10 лет, подчеркивает отсутствие работ, посвященных пациентам после СМТ с шейным уровнем повреждения спинного мозга с учетом выраженности их структурно-функционального дефицита, изучению роли пациент-ориентированного реабилитационного подхода, также не определены актуальные реабилитационные возможности пациентов с цервикальной тетраплегией с учетом вклада верхних конечностей, так как за наивысший уровень успешности реабилитации по-прежнему принимается только функция самостоятельной ходьбы.

1.8.3. Восстановление функций верхних конечностей

Использование верхних конечностей является критичным для выполнения общих (самообслуживание) и инструментальных (забота, работа, учеба) двигательных навыков, реализации навыков приема пищи, одевания, навыков личной гигиены, пересаживания (трансферы) с поверхности на поверхность, выполнения транзиторных движений (перекаты, мостики, переходы из положения сидя в положение лежа и обратно), перемещения в кресле-коляске, ходьбы с помощью дополнительных средств опоры.

В ряде исследований 44-76% пациентов с тетраплегией ставят функцию рук на первое место в листе функций, которые бы им хотелось улучшить в первые годы после ПСМ [55; 364; 552], одновременно с контролем функций тазовых органов и сексуальной функцией [488; 496]. Было показано равновесное значение для пациентов функций тазовых органов, самостоятельной ходьбы и контроля за уровнем хронической нейропатической боли, хотя в первые 10 лет после ПСМ функциональная ходьба и имела относительно большую значимость, но по прошествии 10 лет большее значение приобретало уменьшение интенсивности хронической нейропатической боли [364].

Для описания сложнейших функций, свойственных верхней конечности, традиционно выделяются семь типичных кистевых захватов, которые можно разделить на две большие группы – пальцевые (концевой, боковой, трехпальцевый, пятипальцевый) и ладонные (диагональный, цилиндрический (или поперечный), шаровидный) [500]. Пациенты со спинальной тетраплегией чаще используют ладонный цилиндрический, пальцевые боковой и концевой захваты, в зависимости от уровня и полноты повреждения спинного мозга [31; 307]. И.Н. Морозов, изучая кистевой цилиндрический захват с помощью технологии F-skan (Teskan,

США), обнаружил уменьшение давления на второй-пятый пальцы и область тенара и увеличение давления на первый палец, при этом уровень повреждения спинного мозга C₅-D₁ и давность ПСМ значения не имели, а полнота двигательного повреждения (тип А, В) имела влияние на характер распределения давления на кисть [35].

Период с 2012 по 2016 гг. был отмечен 22% ростом числа исследований, первичным исходом оценки реабилитации которых являлась оценка функции верхней конечности в рамках принципов категоризации МКФ [303]. Оценка функций верхней конечности строится на принципах: 1) оценке активностей, связанных с функцией руки и релевантных для пациентов с тетраплегией; 2) применении инструментов, обладающих достаточной чувствительностью, надежностью, нечувствительных к обучению; 3) применении стандартизированных и полевых условий тестирования [541].

По мнению А.М. Bryden, M.J. Mulcahey, схема обследования должна включать в себя [96; 101; 404]:

- 1) тестирование силовых характеристик: мануальное мышечное тестирование (MMT), неврологический стандарт ISNCSCI (классификатор ASIA и ISCoS International Standards Committee), хирургический стандарт классификации кисти пациентов с тетраплегией (International Classification for Surgery of the Hand in Tetraplegia, ICSHT), кистевую и пальцевую динамометрию, изометрическую динамометрию мышц верхней конечности (Hand-Held Dynamometry, HHD);
- 2) функциональные тесты для общей оценки функций кисти: тест девяти колышек (Nine-Hole Peg test); тест «Коробка и кубики» (Box and Block Test), тесты функций кисти Соллермана (Sollerman Hand Function Test); тесты для специальной оценки функций кисти пациентов с тетраплегией: Jebsen Test of Hand Function, Grasp Release Test (GRT), Capabilities of the Upper Extremity (CUE), Tetraplegia Hand Activity Questionnaire (THAQ), Van Lieshout Test (VLT), Graded Redefined Assessment of Strength, Sensibility, and Prehension (GRASSP), International Spinal Cord Injury Upper Extremity Basic Data Set;
- 3) тесты оценки навыков ежедневной жизнедеятельности (ADL): Functional Independence Measure (FIM), Spinal Cord Independence Measure (SCIM), Quadriplegia Index of Function (QIF), Valutazione Funzionale Mielolesi (VFM);
- 4) электродиагностику по двигательным точкам, поверхностную ЭМГ, СЭНМГ периферических нервов верхней конечности [99].

В настоящее время приобретает самостоятельное диагностическое значение сложный кинематический анализ выполнения стандартизированных заданий, выполняемых верхними конечностями в положении сидя в виде одноручного приема воды из пластикового стакана

(100 мл) за столом в кресле-коляске с оценкой кинематики движений в лучезапястном суставе и вариабельности общих временных параметров движения верхней конечности [362; 385; 454].

Ключевыми компонентами восстановления кистевого захвата при двигательном парезе являются функциональный кистевой тенодез (ФТ), который позволяет брать нетяжелые предметы малого и среднего размера [350], а также пальцевой боковой тенодез, выполняемый первым и вторым пальцами в виде захвата дверного ключа [302; 548]. Функциональный сухожильный тенодез заключается в том, что активное разгибание кисти вызывает пассивное сгибание пальцев, а активное сгибание кисти – пассивное разгибание пальцев, его формирование зависит от двигательного уровня и относительного укорочения сухожилий сгибателей пальцев, которое формируется за счет позиционирования кисти в перчатке Моберга (положение кисти в кулаке с оппозицией первого пальца) в раннем периоде после ПСМ [138; 147; 181].

Формирование ФТ определяется в первую очередь силой лучевых разгибателей кисти и является важнейшей реабилитационной задачей. Его эффективность обусловлена пассивными свойствами кисти, выраженными в адаптивном укорочении сухожилий *m. m. flexor pollicis longus tendon, flexor digitorum profundus and superficialis*, достаточным объемом пассивных движений в межфаланговых и пястно-фаланговых суставах кисти и лучезапястном суставе и силой ее лучевых разгибателей. При сгибании кисти возможно ее открытие и обхватывание предмета, а при ее разгибании выполняется ее закрытие и дальнейшее манипулирование предметом [257; 304; 447]. В ретроспективном исследовании L.A. Harvey наблюдала за ФТ (цилиндрический кистевой захват) у пациентов с ДУ С₆, С₇ с трех месяцев после ПСМ и показала его высокую стабильность в течение 16 лет и высокую корреляцию между ним и навыками самообслуживания [259].

Положение большого пальца кисти перед выполнением пальцевых захватов определяет их эффективность [330; 355; 361]. Сила пассивного пальцевого ключевого захвата составляет всего 1-2 N, при этом сила, необходимая для выполнения большинства бытовых навыков (открывание/закрывание молнии, нажатие кнопки, натывание еды на вилку, вставление/удаление штепселя розетку и ключа в замок), требует силы сжатия от 2 до 31 N [302; 495]. Это подтверждается тем, что у 60% пациентов с пассивной кистью имеются пальцевой ключевой захват, однако лишь у 24% пациентов он является функциональным, что не позволяет его использовать на практике [250; 304]. Известно, что хирургическая коррекция с помощью сухожильного трансфера позволяет увеличить силу этого захвата до 20 N [98; 250].

Интересные результаты были получены в исследовании I. Laffont: при анализе манипулирования шарами разного размера «здоровыми» испытуемыми в 50% попыток использовался концевой пальцевой, в 49% – концевой ключевой захваты и пронирированное

положение предплечья, пациенты с тетраплегией использовали пальцевой концевой в 19%, пальцевой боковой – в 80% и некоторую степень супинации предплечья, которая была более выражена у пациентов с ДУ С₆ в сравнении с С₇, при этом у 15% пациентов выраженность супинации зависела от веса мяча [350]. Это указывает на то, что пациенты с тетраплегией имеют разные потенции к захвату предметов в зависимости от их размера, веса и двигательного уровня. М. Curtin показала, что пациенты с ДУ С₆, С₇ при выполнении хватательных движений вынуждены совершать разнообразные предварительные действия для раскрытия кисти, чаще использовать двуручье при захвате предмета, имеют более низкую скорость выполнения заданий, большее число повторных попыток [148].

При кинематическом анализе хватательных движений у пациентов с С₆-тетраплегией была показана высокая временная диссоциация между компонентами дотягивания до предмета и его захвата во время выполнения тенодезного захвата в сравнении со здоровыми испытуемыми [384; 385; 454]. Пронация кисти является необходимым условием для формирования и реализации сухожильного тенодеза, основными пронатором кисти у пациентов с ДУ С₆ является *m. brachioradialis*, при этом половина пациентов с тетраплегией (47%) не имеет активную функцию *m. pronator teres*, что непосредственно затрудняет реализацию хватательной функции кисти [87; 561].

Дефицит пассивного сгибания в пястно-фаланговых суставах (по типу «когтистой лапы») в результате укорочения собственных мышц кисти, развития суставных контрактур также способен значительно снижать хватательную функцию кисти [259; 529]. Традиционно применяются ночные, статические, динамические, оппозиционные, тенодезные и прочие виды ортезов, которые улучшают хватательную функцию кистей, положение первого пальца у пациентов с ДУ С₆, С₇ [147; 169], для повышения амплитуды движений в суставах необходимо применять статические ортезы в течение не менее 30 минут три раза в сутки в течение 4-12 недель [261; 263].

Активное разгибание предплечья является важнейшим компонентом опорной функции верхней конечности, выполнения навыков трансфера и перемещения в кресле-коляске [156; 221; 548]. Важно отметить, что только выраженная сгибательная контрактура локтевого сустава (дефицит разгибания более 25 гр.) ограничивает опорную функцию верхних конечностей [96]. При этом грубый дефицит активных разгибателей предплечья у пациентов с ДУ С₆ может биомеханически компенсироваться в закрытой кинематической цепи за счет сгибателей плечевого сустава (*anterior deltoids*, *pectoralis major*) [258], а в открытой – его наружными ротаторами [281]. Это позволяет выполнять задания, связанные с активностью трицепса плеча даже с согнутыми локтевыми суставами [231; 258; 568]. Так, по мнению М. Beninato,

функциональная независимость в домене «самообслуживание» (моторный домен шкалы FIM) зависит от силы сгибателей предплечья, сгибателей плеча, разгибателей кисти [69].

Пациенты с C₅-, C₆-тетраплегией имеют выраженный мышечный дисбаланс (дефицит активности подлопаточной и передней зубчатой мышц) и снижение эффективности работы вращательной манжеты плечевого сустава [531], а также грубое нарушение кинематики лопатки [450], что имеет важнейшее значение для реализации опорной и двигательной функций верхней конечности [258; 385] и повышает риск возникновения вторичного импиджмент-синдрома плечевого сустава [492]. Боль в плечевом суставе встречается у 59% пациентов с тетраплегией и у 42% с параплегией [149], у 30-73% пациентов боль имеет перегрузочный генез, обусловленный пересаживаниями, перемещением в ручной кресле-коляске («wheelchair user's shoulder») [191].

В исследовании T. Fujiwara [221] было показано, что суммарный показатель двигательной шкалы FIM имел более выраженную корреляцию с силой мышц плечевого пояса с ($R=0,95$) в сравнении с двигательным счетом классификатора ASIA ($R=0,73$), особенно с независимостью в двигательном навыке пересаживания в кресло-коляску ($R=0,93$ и $R=0,64$ соответственно), что подчеркивает значимую роль мышц плечевого пояса (*m. m. pectoralis major, serratus anterior*) в степени функциональной независимости и указывает на неоднородность этого показателя у пациентов с C₆-тетраплегией. Программы физической реабилитации, направленные на стретчинг и укрепление этих мышц, улучшение эргономичности окружающего пространства (уменьшение веса кресла-коляски), образовательные программы в отношении навыков трансфера и пропульсии кресла-коляски, показали свою клиническую эффективность [150; 382].

Реабилитация верхней конечности в отдаленном периоде ПСМ базируется на комплексном применении трех методов: традиционной физической реабилитации (ортезировании, физиотерапии, ЛФК, эрготерапии), ФЭС, в том числе нейропротезировании, и хирургических вмешательствах на верхних конечностях [97; 369].

Операции сухожильно-мышечного трансфера начали выполняться с 1970-х гг. у пациентов с двигательным уровнем C₅-C₈, в результате 75% пациентов получили дополнительные преимущества [57; 560; 597]. Известно, что в США только 14% кандидатов получают такой вид хирургического лечения [66]. Трансферы позволяют решать задачи улучшения активного разгибания в локте, разгибания кисти и пальцев, сгибания пальцев, противопоставления первого пальца уже через шесть – девять месяцев после СМТ [98; 217], при этом 70% оперированных пациентов остаются довольными полученными результатами, 68% отмечают улучшения в навыках ежедневной жизнедеятельности [448; 577]. В результате кистевых сухожильно-мышечных трансферов улучшаются навыки приема пищи, уборки дома,

различных видов досуга. Так, до операции 36% выявленных с помощью опросника COPM проблем выполнить было невозможно, после – только 22% проблем оставались нереалистичными [558]. В обзоре J. Wangdell на 47 пациентах было показано, что через три недели после операции сухожильного трансфера пациенты могли выполнять 74% базовых и инструментальных двигательных активностей ежедневной жизнедеятельности, через год средняя сила максимального кистевого захвата составила 6,9 кг, пальцевого захвата – 3,7 кг, выполнение двигательных активностей улучшилось на 3,5 балла, а удовлетворенность – на 4 балла по шкале COPM [559].

Новым направлением развития хирургии верхних конечностей является выполнение периферических невралжных трансферов (нейротизация) преимущественно на уровне локтевого сустава, которые позволяют реиннервировать целевые мышечные группы на уровне повреждения (время-зависимые) и ниже уровня повреждения (время-независимые) [98; 213]. В противопоказаниях для данной методики важно отметить значимую денервацию на уровне нерва донора, наличие синдрома миелита на уровне спинальных сегментов нерва донора, а также временное окно в один год при реиннервации мышц, связанных с очагом первичного нейронального повреждения; при этом наиболее часто используются в качестве донора невралжные двигательные ветви к мышцам *m. m. brachialis, supinator, deltoideus posterior* [163]. В обзоре M. Emamhadi было показано, что средний срок выполнения невралжного трансфера составлял 22 месяца, варьируя от четырех месяцев до 156 месяцев, наилучшие результаты были достигнуты при восстановлении разгибания кисти, пальцев и локтевого сустава [195]. N. Van Zyl предлагает совмещать в себе обе методики, выполняя проксимальные и дистальные невралжные трансферы, дополняя их сухожильно-мышечными трансферами, что позволяет через два года после операции значительно увеличить мышечную силу разгибания в локте, разгибания пальцев и силу кистевого захвата, улучшить мобильность в коляске, трансфер и двигательную активность верхних конечностей [542].

Функциональная электростимуляция с целью тренировки хватательной функции кисти за счет усиления имеющихся резидуальных двигательных функций применяется с 1970-х гг. [429]. В 2000-х благодаря появлению хирургически имплантируемых электродов технология была усовершенствована и получила название нейропротезирование, суть которого заключается в имплантации малоинвазивной портативной системы ФЭС преимущественно для восстановления функции ладонного и пальцевого бокового захватов для пациентов с ДУ C₄-C₆ (FREEHAND system), однако технология не нашла широкого распространения в мире в связи с ее сложностью, дороговизной, ограниченным кругом показаний для применения [374; 430]. Сочетание методики ФЭС (открытие, закрытие кисти) с задач-специфичными упражнениями способно значительно улучшить двигательную функцию верхних конечностей [283; 439].

Нейромодуляционные техники, базирующиеся на эффекте индуцированной нейропластичности двигательной коры (BCI, rTMS, tDCS), связанные с интенсификацией реабилитационного процесса, популярны в лечении инсульта и на данный момент не нашли достоверного подтверждения своей эффективности, направленной на улучшение двигательной функции верхней конечности, в реабилитации больных с ПСМ [300; 310; 386]. Некоторые обещающие прямые регенераторные эффекты связаны с применением прямой и непрямой электростимуляции спинного мозга [41; 46; 243].

В настоящее время проводятся работы по слиянию технологии нейропротезирования (ФЭС) с технологией нейроинтерфейса (BCI) [49]. Применение систем BCI (интерфейс-мозг-компьютер) у пациентов с тетраплегией имеет больше ассистивное значение [60]. Так, на соревнованиях “CYBATHLON BCI 2019” пациент с тетраплегией успешно управлял виртуальным автомобилем в компьютерной игре [532]. Эффекторами для BCI могут выступать портативная система ФЭС, роботизированный экзоскелет, отвечающий за открытие/закрытие кисти, контролер положения курсора монитора, управления внешними устройствами (роботизированная рука, электрическое кресло-коляска, умный дом) [49; 158].

Эффективным методом увеличения функциональной независимости и улучшения качества жизни является применение вспомогательных реабилитационных приспособлений, которые можно разделить на четыре основных направления: 1) мобильность (кресло-коляска, доска для пересаживания, адаптированный автомобиль, пандус); 2) манипуляции (роботы-манипуляторы, адаптированные кухонные приборы, одежда, пр.); 3) коммуникация (клавиатуры, распознавание голоса); 4) контроль окружающей среды (умный дом) [436]. Известно, что 70-90% пациентов после ПСМ зависят от кресла-коляски, находясь в нем в среднем по 8-12 часов в день, при этом 27% пользуются коляской с электрическим приводом [76; 440]. В Швейцарии более 50% пациентов с тетраплегией пользуются электрическим креслом-коляской [211], 33% пользуются вспомогательными средствами для компенсации функций рук (столовые приборы, держатели клавиатуры, ортезы для письма и пр.) [80; 549].

У пациентов с тетраплегией отмечается выраженная статическая и динамическая неустойчивость в положении «сидя» [308], что ограничивает рабочую площадь верхних конечностей и маневренность при перемещении в ручной кресло-коляске, снижает эффективность толчковой фазы во время пропульсии кресла коляски, увеличивает спастичность и риск образования пролежней [431]. Паралитическая круглая осанка, косое положение таза встречаются наиболее часто у пациентов с высоким уровнем повреждения спинного мозга сегментов С₅, С₆ [88], что провоцирует появление боли в шее и плечевых суставах, способствует структуризации кифотической осанки [467]. Это подчеркивает актуальность адекватного ортопедического обеспечения при подборе кресла-коляски [88; 388; 506]. Около

30-50% пациентов после ПСМ испытывают эпизоды падений, связанные с креслом-коляской, основная причина – это потеря баланса при выполнении функциональных активностей [413].

1.9. Предпосылки патогенетического применения физических факторов

Низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) традиционно применяется в нейрореабилитации. Его прямые эффекты реализуются на клеточном уровне за счет абсорбции лазерного излучения четвертым хромофором митохондрии с последующим дополнительным образованием АТФ и улучшением энергетического метаболизма тканей [596], уменьшением микроглиальной нейротоксичности, подавлением нейровоспаления [556]. Низкоинтенсивное лазерное облучение (фотобиомодуляция) длиной волны около 800 нм, мощностью порядка 400 Дж/см², апплицируемое непосредственно на спинной мозг, уменьшает объем повреждения и улучшает регенерацию спинного мозга в первые 14 дней после СМТ в экспериментах на мышах [452]. Лазеротерапия с длиной волны 808 и 905 нм обладает сравнимой биологической эффективностью [515]. Известно, что цитохром *c*-оксидаза поглощает только свет длиной волны меньше 920 нм [383]. Частота (20-3000 Гц) и мощность излучателя определяют прямую проникающую способность лазерного луча: так, глубина проникновения лечебного лазера с длиной волны 630-1100 нм достигает 3-5 см, при этом некоторые лечебные эффекты могут реализовываться поверхностно – посредством ингибирования ноцицепторных кожных рефлекторных зон [200; 266].

В отечественной литературе большое внимание уделяется исследованию рефлекторных реакций, лежащих в изменении вегетативной регуляции, при применении НИЛИ по паравертебральной или сегментарно-рефлекторной методике, проекции сосудистых пучков [24; 37]. Литературные данные об использовании лазеротерапии у пациентов после СМТ в основном ограничиваются информацией о лечении пролежней [5] и коррекцией синдрома нарушения функции тазовых органов [14]. Положительное воздействие НИЛИ изучено при транскраниальном применении в реабилитации инсульта, черепно-мозговой травмы, нейродегенеративных заболеваний [266], а также при повреждении периферических нервов [457]. В эксперименте с повреждением спинного мозга было показано нарастание аксонального объема и плотности в зоне повреждения [103]. Традиционно НИЛИ применяется в кардиологии, в реабилитации острого инфаркта миокарда, нарушениях ритма сердца, хронической сердечной недостаточности с акцентами на антиагрегантный, антиангиальный механизмы, возможность усиливать сократительную способность миокарда, снижать уровень систолического АД, при этом используется методика воздействия на область крупных сосудов и сердца [11; 470; 582].

НИЛИ способна оказывать влияние на кожную симпатическую реакцию и, соответственно, на спинальные вегетативные центры [462], в том числе и на парасимпатический отдел ВНС [372].

В доклинических исследованиях было показано, что местное применение низкоинтенсивного переменного магнитного поля (частотой менее 100 Гц, мощностью менее 5 мТл) уменьшает число макрофагальных воспалительных маркеров, повышает эндогенную пролиферацию мезенхимальных стволовых клеток, уровень их дифференциации, увеличивает уровень хондрогенных маркеров, активизирует остеогенез, повышает выживаемость культуры нейрональных клеток после их дифференцировки, тем самым способствуя уменьшению вторичного нейронального повреждения [346; 461]. Аналогичные регенераторные эффекты были обнаружены у неинвазивного импульсного магнитного поля (ритмическая ТМС частотой 10 Гц, мощностью 0,4 Тл, длительностью периода стимуляция-пауза 10-40 сек.) в остром периоде СМТ, которое вызывало модуляцию посттравматического фиброзного рубца, уменьшение воспаления, фиброза, увеличение пролиферации стволовых мезенхимальных клеток [112].

Применение методик статической лечебной электростимуляции состоит из совокупности применения чрескожной электронейростимуляции (ЧЭНС) на периферические нервы (*n. medianus*, *n. peroneal common*) для уменьшения боли и спастичности, улучшения двигательной функции [67; 399]; традиционной электростимуляции паретических мышц с частотой 12-16 Гц для верхних конечностей, 18-25 Гц для нижних конечностей, для спастичных мышц с частотой 50-100 Гц с учетом механизмов аутогенного и реципрокного ингибирования [75; 543]. Имеются данные, указывающие на уменьшение выраженности атрофии, увеличение мышечной силы при применении лечебной ЭНМС после операции реконструкции передней крестообразной связки [268], а также при реабилитации гемиплегии после инсульта [329]. При этом клиническая эффективность электронейромиостимуляции (ЭНМС) у пациентов с тетраплегией намного выше при ее совмещении или наложении на то или иное движение обычно циклического или силового характера [155; 526].

Таким образом, обзор литературы показывает, что проблема медицинской реабилитации пациентов с СМТ на шейном уровне является крайне сложной задачей, что обусловлено в первую очередь драматизмом грубого нарушения двигательных функций по типу цервикальной тетраплегии, функции тазовых органов, вегетативной дисрегуляции в сердечно-сосудистой системе и связанными с этим выраженным нарушением функциональной независимости, социальной интеграции и качеством жизни. Обращают на себя внимание недостаточность данных, отражающих изменения состояния основных регуляторных систем организма, возможность развития типичных осложнений и их влияние на функциональную независимость пациента. При этом пристальное внимание к проблеме реабилитации данной категории

пациентов стало уделяться лишь в последние годы. Учитывая выраженный неврологический дефицит, немаловажным аспектом физической реабилитации можно считать обращение к индивидуальному запросу пациента в актуальных для него сферах ежедневной жизнедеятельности. Несмотря на отдельные отечественные работы по реабилитации спинальных пациентов, пациенты с шейным уровнем повреждения в них рассматриваются единым конгломератом наряду с пациентами с грудным и поясничным уровнем повреждения, а дифференцированные персонифицированные программы реабилитации, имеющие единую классификационную основу, для них по-прежнему не разработаны.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ

2.1. Материал исследования

Комплексное обследование пациентов проводилось на базе АО Реабилитационный центр для инвалидов «Преодоление» имени Л.П. Кезиной (г. Москва), где проходят реабилитацию пациенты с инвалидностью в рамках реализации контракта с Департаментом социальной защиты г. Москвы. Дизайн работы включал в себя разделение ее на два этапа: на первом этапе выполнялся ретроспективный анализ историй болезни пациентов, на втором этапе проводился клинический эксперимент с целью поиска эффективных реабилитационных методик. Для достижения цели и решения поставленных в работе задач на первом этапе был проведен анализ 654 историй болезни и изучен анамнез 217 пациентов после повреждения спинного мозга (ПСМ) на шейном уровне, поступивших в реабилитационный центр в течение временного периода с 2011 по 2019 гг. и прошедших несколько курсов реабилитационного лечения.

Задачи, решаемые на первом этапе исследования, были следующие: изучить клинико-функциональную неоднородность и принципы формирования клинико-реабилитационных групп; изучить особенности вегетативного, нейромышечного, психологического состояния пациентов с СМТ шейного отдела спинного мозга; определить предикторы и дифференцированные критерии функциональной независимости и двигательных возможностей верхних конечностей; изучить динамику неврологического восстановления и функционального улучшения после СМТ (на фоне реабилитационных мероприятий); сформировать критерии эффективности существующих программ реабилитации (доменный анализ использованных шкал).

Критерии включения в исследование: возраст от 18 до 70 лет, верифицированный диагноз повреждения спинного мозга на шейном уровне с нарушением функций верхних и нижних конечностей; давность повреждения спинного мозга от трех месяцев до 10 лет, отсутствие тяжелой патологии костно-суставной системы. **Критерии не включения** в исследование: сочетанная черепно-мозговая травма, полиневропатии или невропатии; врожденные аномалии развития позвоночника и спинного мозга; доброкачественные и злокачественные новообразования; эпилепсия; сахарный диабет; соматические заболевания в стадии субкомпенсации и декомпенсации; кардиостимулятор с искусственным водителем ритма; нестабильная стенокардия и транзиторные нарушения сердечного ритма; прием антиаритмических препаратов; все формы алкоголизма и наркомании; беременность и лактация.

Медиана возраста пациентов составила 33 (26,0; 47,0) года (см. рис. 1), распределение по возрасту показывало преобладание пациентов 26-30-летнего возраста, также отмечено относительное увеличение доли пациентов в возрасте 46-55 лет. По частоте встречаемости в возрастной группе 15-20 лет было 20 пациентов, в группе 21-30 лет – 84, в группе 31-40 лет – 41, в группе 41-50 лет – 31, в группе 51-60 лет – 20, в группе 61-70 лет был 21 пациент (рис. 1).

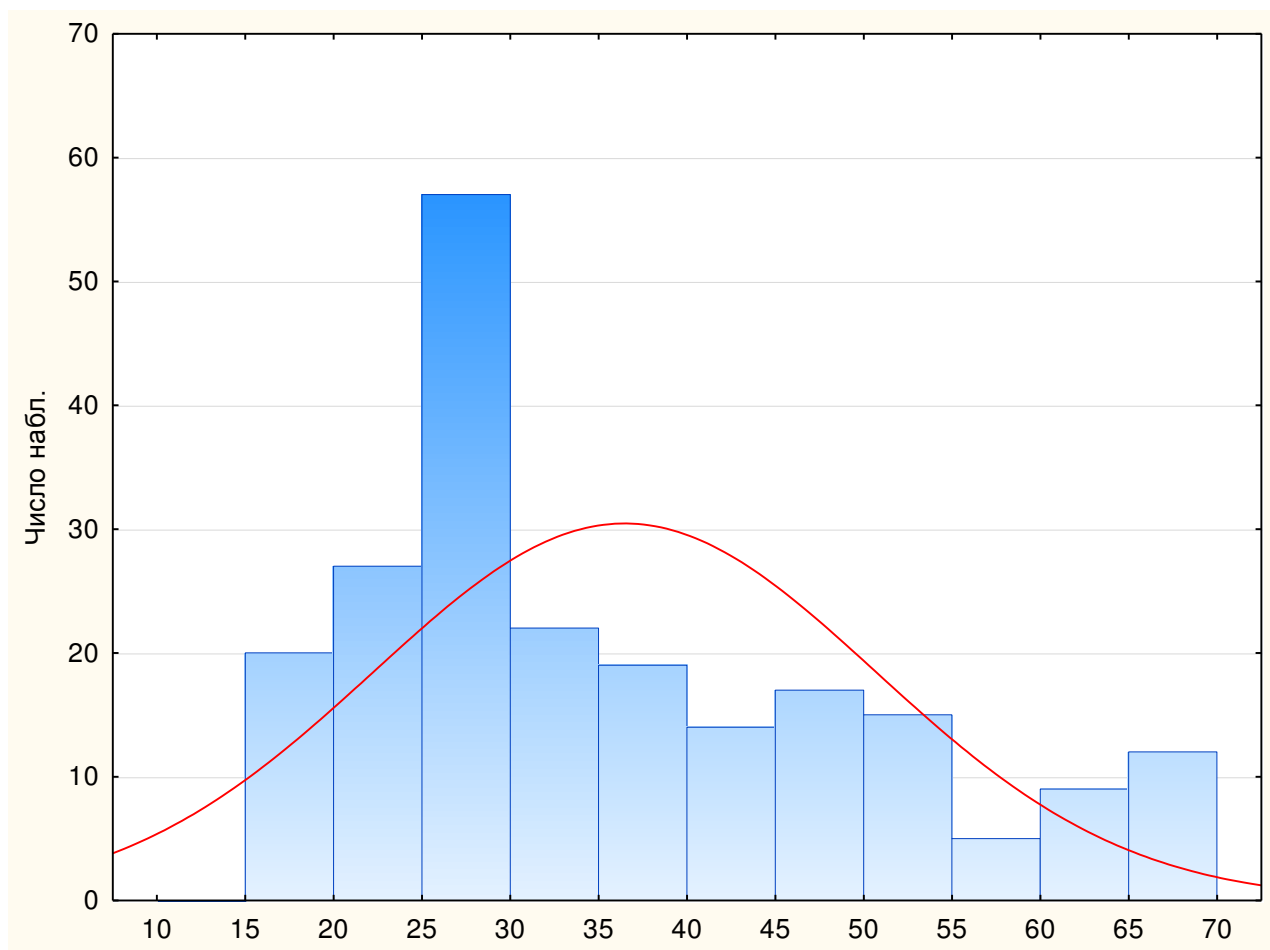


Рисунок 1 – Распределение пациентов по возрасту, первый этап (n=217)

Давность ПСМ составила 3 (2,0; 7,0) года, доля лиц мужского пола – 76% (n=165), соответственно, количество лиц женского пола составило 52 (24%) человека. По двигательному уровню повреждения пациенты распределились с C₄- по D₁-сегментам спинного мозга: C₄ – 15 (7%), C₅ – 39 (18%), C₆ – 81 (37%), C₇ – 59 (27%), C₈ – 16 (8%), D₁ – 7 (3%). По полноте повреждения (шкала AIS – ASIA Impairment Scale) пациенты были разделены следующим образом: полное повреждение (тип A) было у 141 (65%), неполное – у 76 (35%) пациентов (тип B – у 19, тип C – у 44, тип D – у 12, тип E – у 1). Причиной спинального повреждения на шейном уровне в 94% являлась спинномозговая травма (СМТ), при этом в 103 (48%) случаях травма была получена при нырянии на мелководье, в 64 (30%) – в результате дорожно-транспортного происшествия, в 27 (13%) причиной было падение с высоты, в 5 (3%) случаях –

спортивная травма, у 12 (6%) пациентов имелось нетравматическое повреждение спинного мозга в результате развития опухоли спинного мозга или его оболочек, дегенеративного стеноза позвоночного канала, нарушения спинального кровообращения на уровне шейного отдела спинного мозга (рис. 2).

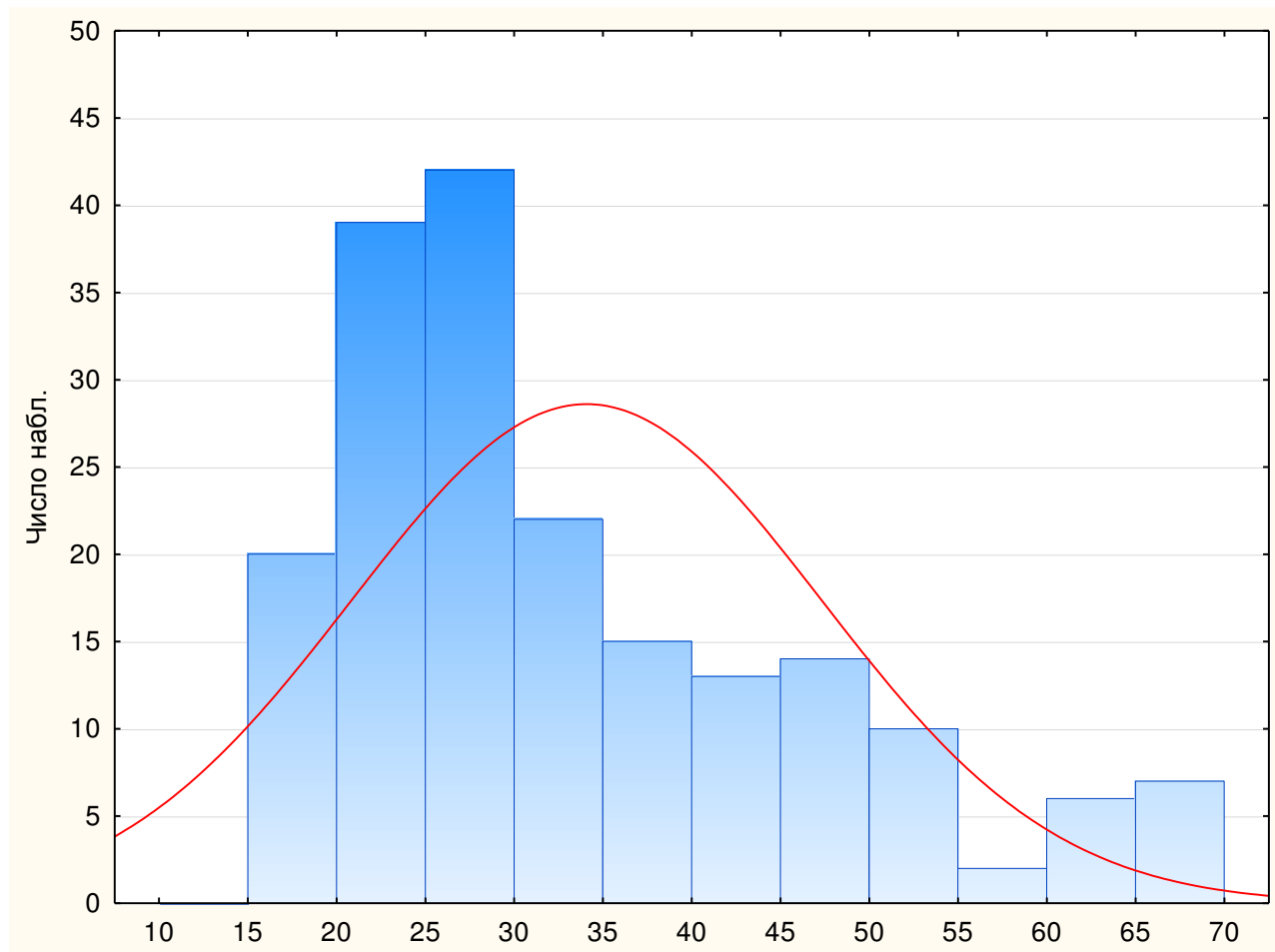


Рисунок 2 – Распределение пациентов по возрасту, первый этап (n=190)

Для выявления предикторов функциональной независимости с помощью классификационного анализа с учетом полноты клинико-инструментальных данных была выделена основная модельная (предикативная) группа, состоящая из 190 пациентов, возраст – 31 (24,0; 43,0) год, давность СМТ – 3 (2,0; 6,0) года, количество пациентов с СМТ – 181 (95%) пациент, и, как видно из гистограммы, в ней преобладали пациенты возраста 21-30 лет (рис. 2). По возрастной структуре пациенты были распределены следующим образом: до 20 лет – 20, в группе 21-30 лет – 81, в группе 31-40 лет – 37, в группе 41-50 лет – 27, в группе 51-60 лет – 12, в группе 61-70 лет – 13 пациентов (рис. 3). Количество мужчин в группе составило 151 (79%), соответственно, женщин – 39 (21%), все они соответствовали критериям исследования. По неврологическому статусу с ДУ С₄ – 14 (7%), с ДУ С₅ – 36 (19%), с ДУ С₆ – 67 (35%), с ДУ С₇ – 50 (26%), с ДУ С₈ – 16 (8%), с ДУ D₁ – 7 (4%) пациентов, по типу повреждения спинного мозга:

тип А – у 118 (62%), тип В – у 16 (8%), тип С – у 44 (23%), тип D – у 11 (6%), тип Е – у 1 (0,5%) пациента.

В зависимости от сроков после СМТ в основной модельной группе были построены три модели классификации. В первую модель вошли пациенты со сроком заболевания менее 6 месяцев, оценка функционального исхода выполнялась через 6 месяцев после СМТ (модель А); во второй – срок ПСМ составил менее 12 месяцев, оценка функционального исхода выполнялась в срок 12 месяцев после ПСМ (модель В); в третью вошли пациенты со сроком СМТ более 12 месяцев, оценка функционального исхода выполнялась также в срок СМТ более 12 месяцев (модель С).

На втором этапе нами были поставлены следующие задачи: разработка и оценка эффективности методик тренировки двигательной функции верхней конечности, коррекции вегетативной дисфункции, апробирование задач-ориентированной лечебной гимнастики, пациент-ориентированной модели реабилитации, обоснование необходимости проведения повторных курсов медицинской реабилитации.

Критерии включения в исследование: возраст пациентов 18-50 лет; верифицированный диагноз повреждения спинного мозга на шейном уровне с нарушением функций верхних и нижних конечностей; неврологический уровень повреждения сегментов С₅, С₆, С₇, С₈ спинного мозга; давность повреждения спинного мозга от шести месяцев до пяти лет, отсутствие выраженных когнитивных и психоэмоциональных расстройств; отсутствие тяжелой патологии костно-суставной системы, препятствующей использованию изучаемых методик реабилитации; отсутствие декомпенсации сопутствующих заболеваний; способность непрерывно находиться в положении сидя в кресле-коляске в течение двух – трех часов; подписанное добровольное информированное согласие.

Критерии не включения в исследование: высокий уровень повреждения спинного мозга С₁-С₃; сочетанная черепно-мозговая травма; прием антиаритмических препаратов; сахарный диабет; полиневропатии или невропатии; кардиостимулятор с искусственным водителем ритма; врожденные аномалии развития позвоночника и спинного мозга; доброкачественные и злокачественные новообразования; эпилепсия; острые инфекционные заболевания; соматические заболевания в стадии субкомпенсации и декомпенсации; нестабильная стенокардия и транзиторные нарушения сердечного ритма; все формы алкоголизма и наркомании; беременность и лактация.

Критерии исключения: серьезные нежелательные явления, регистрируемые в период проведения реабилитации и дальнейшего наблюдения (патологический перелом кости, острый флеботромбоз вен нижних конечностей, обострение хронической уроинфекции, пневмония, лихорадка); нарушение утвержденного протокола вмешательства и дальнейшего наблюдения;

самостоятельное решение больного прекратить участие в исследовании; изменение рутинной программы дефекации или способа отведения мочи; прохождение повторного курса реабилитации ранее девяти месяцев после окончания первичного курса.

На втором этапе было обследовано 200 пациентов после СМТ, среди которых было 5 (26%) лиц женского пола, поступивших в реабилитационный центр в 2020-2024 гг. с диагнозом «Последствия травмы спинного мозга» (код по МКБ Т91.3), отобранные методом простой рандомизации. Распределение пациентов по возрасту показало, что их возраст составил 27 (21,0; 37,0) лет, в возрастной группе до 20 лет – 46, 21-30 лет – 77, 31-40 лет – 35, 41-50 лет – 42 пациента. Обращает на себя внимание факт, что пациенты были представлены с относительно равными долями во всех возрастных группах, лишь с относительным снижением количества пациентов из возрастной группы 35-40 лет (рис. 3). Давность СМТ составила 3 (1,0; 4,0) года. По неврологическому статусу: полное двигательное повреждение (типы А и В) было диагностировано у 156 (78%) пациентов, двигательный уровень C_5 - C_6 – у 141 (71%) пациентов.

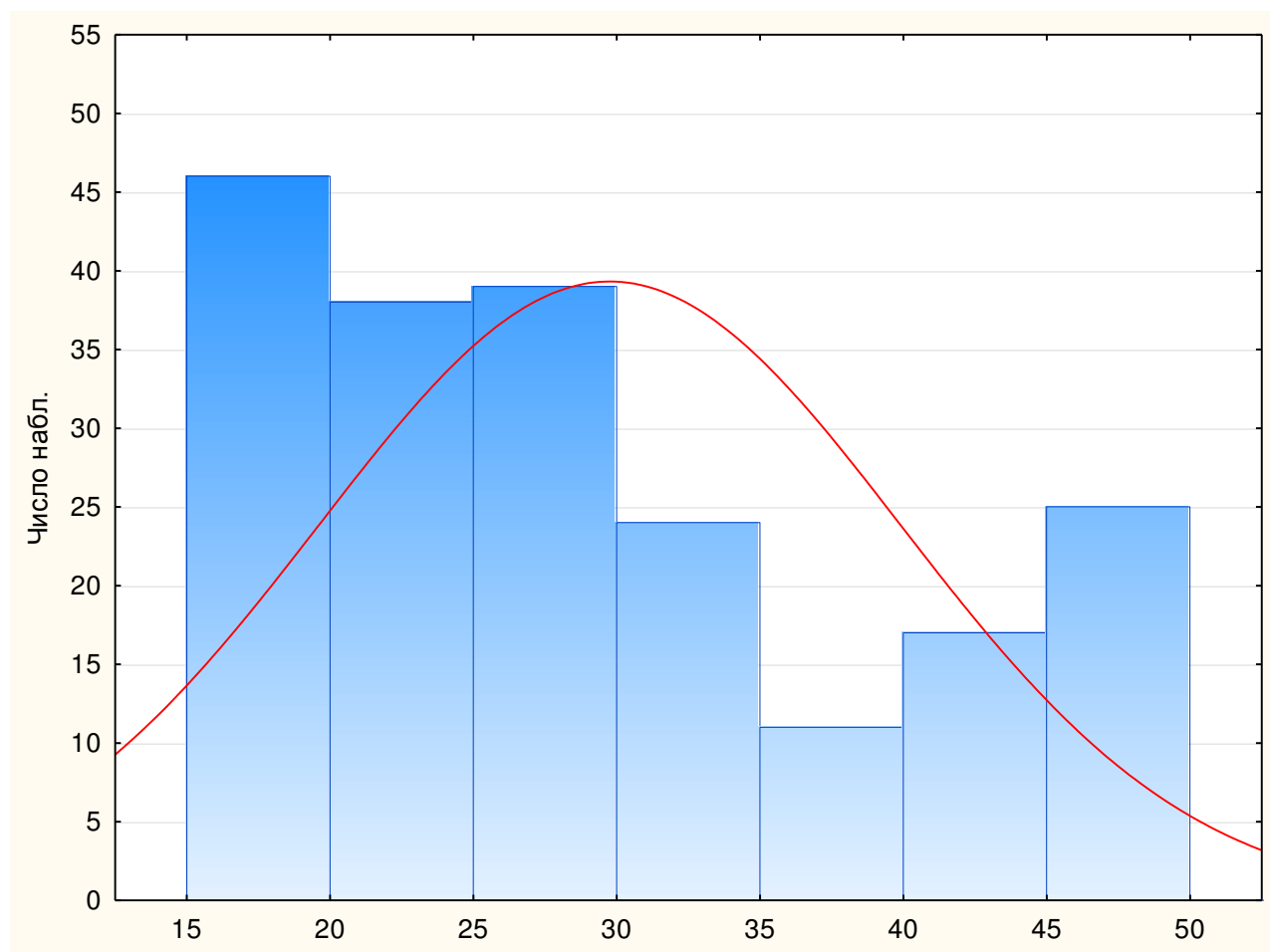


Рисунок 3 – Распределение пациентов по возрасту, второй этап (n=200)

Участники исследования подписывали добровольное информированное согласие. Клинические исследования на тему «Системный подход к медицинской реабилитации больных с цервикальной тетраплегией» соответствуют нормам биомедицинской этики (протокол Локального этического комитета при ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департаменты здравоохранения г. Москвы» № 1 от 06 февраля 2020 г.).

С целью решения поставленных задач пациенты с помощью метода простой рандомизации были разделены на пять групп в зависимости от применяемой модели восстановительного лечения, в каждой группе было по 40 человек:

Группа 1 (контрольная группа): получала только базовую программу реабилитации по общепринятой схеме: лечебная физкультура (ЛФК), физиотерапия (ФТЛ), массаж, психологическое сопровождение, социально-бытовая адаптация (СБА).

Группа 2: применялась специальная лечебная гимнастика для верхних конечностей 30 минут, три раза в неделю, интегрированная в занятие СБА, на фоне базовой программы реабилитации первой группы.

Группа 3: в основе реабилитационной программы лежала применяемая во второй группе лечебная гимнастика, в том числе и специальный комплекс упражнений для верхней конечности, однако занятия ЛФК и СБА были организованы по методике пациент-ориентированного и задач-ориентированного реабилитационного подхода (ПЗОРП), интегрированного в базовую программу реабилитации.

Группа 4 аналогична группе 1, в программе реабилитации с целью коррекции дисфункции ВНС применялось ношение абдоминального бандажа (АБ) в положении сидя в кресле-коляске в течение дневного времени суток.

Группа 5 аналогична группе 1, в программу реабилитации для коррекции дисфункции ВНС было включено ношение абдоминального бандажа, курсовое применение низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) по точкам.

Общая схема и этапность исследования, контрольные точки наблюдения представлены на рисунке 4.

1-й этап исследования				
На основании анализа 654 историй болезни проанализирован катамнез 217 пациентов с тетраплегией (ретроспективное обсервационное кросс-секционное), выполнено клиническое, нейрофизиологическое, вегетологическое обследование, осуществлена оценка психоэмоционального статуса, длительность наблюдения от трех месяцев до 10 лет после СМТ				
На основании 570 историй болезни был проанализирован катамнез 190 пациентов с наиболее «полными» историями болезни и сформировано три модельные группы				
СМТ менее 6 месяцев (n=49)		СМТ 6-12 месяцев (n=75)		СМТ более 12 месяцев (n=190)
С помощью логистической регрессии, ROC-анализа, классификационного анализа выявлены прогностические факторы функциональной независимости, функциональные взаимоотношения, рассмотрена динамика клинических изменений (n=190)				
T ₁ перед началом первого курса реабилитации	T ₂ по окончании первичного курса реабилитации	T ₃ через 1 год после первичного курса реабилитации	T ₄ через 2-5 лет после первичного курса реабилитации	
2-й этап исследования				
Обследовано 200 пациентов с тетраплегией код МКБ Т91.3 (проспективное контролируемое обсервационное), разделены на пять групп, клиническое обследование, период наблюдения составил 1 год, реабилитационный курс – 30 дней, давность СМТ – более 1 года				
до реабилитации (T ₁) (n=200)				
Группа 1 n=40 контрольная	Группа 2 n=40 СЛГВК	Группа 3 n=40 СЛГВК + ПЗОРП	Группа 4 n=40 АБ	Группа 5 n=40 АБ + НИЛИ
после экспериментального курса реабилитации (T ₂) (n=192)				
Группа 1 n=39	Группа 2 n=38	Группа 3 n=38	Группа 4 n=38	Группа 5 n=39
через 1 год после реабилитации (T ₃) (n=180)				
Группа 1 n=37	Группа 2 n=35	Группа 3 n=37	Группа 4 n=35	Группа 5 n=36

Рисунок 4 – Схема и дизайн исследования

2.2. Методы обследования

Всем больным выполнялось комплексное клиничко-неврологическое обследование, основанное на принципах МКФ, которое включало в себя сбор анамнеза, анализ жалоб, оценку уровня функциональных двигательных ограничений, определение амплитуды движений в суставах конечностей и туловища, неврологическое и мануальное мышечное обследование, оценку выполнения стандартных двигательных заданий с помощью стандартизированных

шкал, оценку психологического состояния и качества жизни, субъективную оценку степени выраженности вегетативным нарушений. Комплексная этапная оценка состояния пациентов проводилась дважды, в начале (на вторые – третьи сутки) и в конце первичного курса реабилитации (28-30-е сутки), а также на протяжении 1-9 лет после первичного курса реабилитационного лечения.

2.2.1. Оценка неврологического состояния

Неврологический статус пациента оценивался с помощью традиционного неврологического обследования, ядром которого являлся Международный стандарт неврологической классификации травмы спинного мозга Американской ассоциации спинальной травмы (International Standards for Neurologic Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI) of the American Spinal Injury Association (ASIA) 2019) [59] (рис. 5). В нем полнота повреждения спинного мозга классифицируется следующим образом: А = «полное повреждение», отсутствие движений и чувствительной функции в нижних сакральных сегментах, В = «неполное чувствительное» (двигательная функция отсутствует в миотомах, расположенных ниже неврологического уровня более трех сегментов, присутствует перианальная чувствительность в дерматомах S₄₋₅), С = «неполное чувствительное и двигательное» (в ключевых мышцах более пяти парных миотомов (10), мышечная сила ниже неврологического уровня – менее 3 баллов), D = «неполное» (более половины пар ключевых мышц имеют силу более 3 баллов), Е = «норма» (нет чувствительных и двигательных нарушений) (см. рис. 4). Неврологический уровень определялся как наиболее каудальный сегмент спинного мозга с нормальной чувствительной и двигательной функцией (сила ключевой мышцы 3 и более балла) на обеих сторонах тела, определяемой в результате тестирования 28 дерматомов и 10 миотомов, а двигательный уровень (ДУ) – как наиболее каудальный сегмент с нормальной двигательной функцией (каудальный сегмент имеет сила ключевой мышцы 3 и более балла, а все вышележащие – 5 баллов). Двигательный счет для верхней конечности определяется как сумма оценок мышечной силы по оцениваемым миотомам (ключевые мышцы) верхней конечности. Чувствительная сфера включает в себе оценку тактильной и болевой чувствительности в 28 дерматомах, нами выполнялись только оценка чувствительности в перианальной зоне и уточнение границ двигательного уровня [20; 59; 325; 377]. Пациенты объединялись в группу с полным двигательным повреждением, включающую типы А и В (группа А-В по ASIA), и группу с неполным двигательным повреждением, включающую типы С, D, Е (группа С-D по ASIA), по двигательному уровню

пациенты были разделены на высокую (группа C₄-C₆ сегменты) и низкую (группа C₇-D₁) тетраплегию.

ASIA INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY (ISNCSCI) **ISCOS**

Patient Name _____ Date/Time of Exam _____
 Examiner Name _____ Signature _____

RIGHT **MOTOR** **SENSORY** **SENSORY** **MOTOR** **LEFT**
 KEY MUSCLES KEY SENSORY POINTS KEY SENSORY POINTS KEY MUSCLES

UER (Upper Extremity Right) Elbow flexors C5
 Wrist extensors C6
 Elbow extensors C7
 Finger flexors C8
 Finger abductors (little finger) T1

LER (Lower Extremity Right) Hip flexors L2
 Knee extensors L3
 Ankle dorsiflexors L4
 Long toe extensors L5
 Ankle plantar flexors S1

(VAC) Voluntary Anal Contraction (Yes/No) ☐

RIGHT TOTALS (MAXIMUM) (50) (56) (56)

MOTOR SUBSCORES UER ☐ + UEL ☐ = UEMS TOTAL ☐ LER ☐ + LEL ☐ = LEMS TOTAL ☐
 MAX (25) (25) (50) (25)

SENSORY SUBSCORES LTR ☐ + LTL ☐ = LT TOTAL ☐ PPR ☐ + PPL ☐ = PP TOTAL ☐
 MAX (56) (56) (112) (56) (56) (112)

NEUROLOGICAL LEVELS (Steps 1-6 for classification are on revision) 1. SENSORY ☐ 2. MOTOR ☐ 3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NLI) ☐ 4. COMPLETE OR INCOMPLETE? ☐ 5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS) ☐ 6. ZONE OF PARTIAL PRESERVATION ☐ 7. SENSORY ☐ 8. MOTOR ☐

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association. REV 9/19

Рисунок 5 – Международный стандарт оценки неврологической функций у спинальных пациентов (ASIA, 2019)

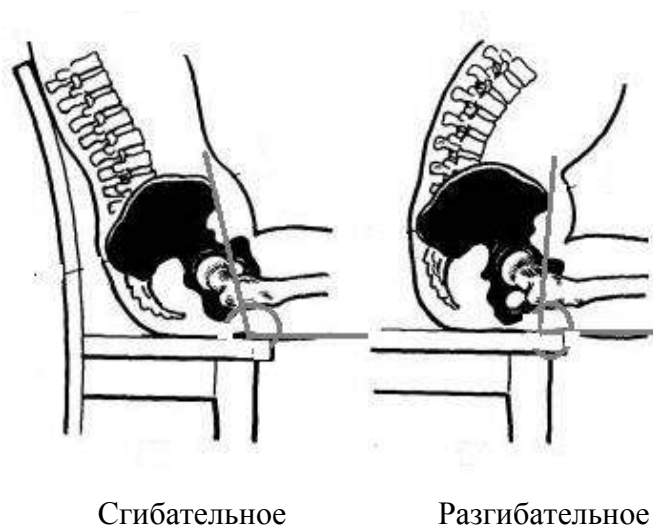
2.2.2. Дополнительные ортопедические и неврологические измерения

Мышечный тонус мышц нижних и верхних конечностей, туловища оценивался с помощью модифицированной шкалы Ашфорт (Modified Ashworth Scale, MAS) [86]. Тестирование выполняется в положении лежа «пациент находится на спине»; при исследовании мышцы-сгибателя сегменту конечности придается положение сгибания, затем выполняется разгибание за одну секунду; при исследовании мышцы-разгибателя сегменту конечности придается положение разгибания, затем выполняется ее сгибание за одну секунду. Определяется степень сопротивления пассивному движению, исходя из предложенной ниже схемы: 0 баллов – мышечный тонус не повышен, 1 балл – легкое повышение мышечного тонуса в конце амплитуды движения, 1+ балл – кратковременное повышение мышечного тонуса в конце пассивного сгибания или разгибания (менее 50% амплитуды), 2 балла – повышение

мышечного тонуса на большей части амплитуды пассивного движения (более 50%), при этом пассивные движения возможны в полном объеме, 3 балла – значительное повышение мышечного тонуса, пассивные движения затруднены, 4 балла – тестируемые сегменты имеют устойчивое положение и неподвижны при сгибании или разгибании.

Также нами определялось наличие контрактур в суставах кисти: ограничение амплитуды разгибания или сгибания в лучезапястном, пястно-фаланговых, межфаланговых суставах более 30 гр. за счет суставной контрактуры или выраженной спастичности (2 и более баллов по MAS) принималось за существенное нарушение [263].

Угол наклона таза нами определялся углом, образованным линией, проходящей через переднюю верхнюю ость таза и большой вертел бедра, и вертикальной осью [88], для удобства расчетов количественный расчет производился при оценке угла, образованного указанной выше линией и горизонтальной плоскостью (рис. 6). Для измерений использовался угломер ортопедический малый (ФСР 2010/07248). При значении угла α более 90 гр. имелось сгибательное положение таза, при значении угла менее 90 гр. – разгибательное, измерения выполнялись дважды, с перерывом в течение трех – пяти дней, для последующих расчетов брался усредненный показатель с дальнейшим определением степени межтестовой воспроизводимости с помощью вычисления коэффициента корреляции Спирмена.



Третий и четвертый пальцы левой руки – на передней верхней ости таза,
первый палец правой руки – на большом вертеле

Рисунок 6 – Оценка положения таза в положении сидя

Для получения достоверных и воспроизводимых данных нами соблюдалось выполнение двух основных условий: стандартизация положения туловища пациента, сидящего на кушетке в

положении относительного устойчивого равновесия, с помощью инструктора по ЛФК и относительная фиксация этого положения туловища через легкую опору руками на бедра пациента, для исключения процессов эквilibрации во время измерения положения таза (рис. 6).

Основными критериями правильной установки пациента были следующие:

1. Пациент сидит на терапевтическом столе, с гидравлическим подъемником, стопы – на расстоянии ширины таза опираются на пол.
2. Голени параллельны и расположены вертикально, бедра параллельны и расположены горизонтально, что достигается изменением высоты стола или подставкой под стопы.
3. Расстояние между задней поверхностью голени и краем стола – 2-3 см.
4. Кисти свободно располагаются на бедрах, плечи расслаблены.
5. С помощью инструктора по ЛФК туловище пациента выводится в положение нейтрального равновесия (положение, не требующее сил для его поддержания).

2.2.3. Оценка функций верхней конечности

Оценка функции верхней конечности выполнялась с помощью двигательных заданий короткой версии шкалы Ван-Люшот (Van Lieshout test, VLT) [538] с оценкой двигательной активности первого пальца, хватательной (второй-пятый пальцы), манипулятивной функции кисти, динамического баланса туловища. VLT дает объективную количественную оценку качества выполнения актуальных ежедневных двигательных заданий. Полная версия теста содержит 19 заданий, которые покрывают практически все сферы жизнедеятельности пациента с тетраплегией, короткая версия содержит 10 заданий, которые объединяются в пять блоков: общие движения руками и телом, позиционирование и стабильность руки в пространстве, открытие и закрытие пальцев, захват и отпускание предметов, манипулирование предметами. Оценка производится по 6-балльной шкале (0-5 баллов). Описание теста можно найти по адресу <http://www.irv.nl/> [442]. Это хорошо воспроизводимый и валидный тест для оценки функции верхней конечности пациентов с тетраплегией, межценочная воспроизводимость высокая (коэффициент межклассовой корреляции, ICC=0,98-0,99), критерий валидности (стандартом является Grasp Release Test) высокий (коэффициент корреляции Спирмена 0,87-0,90), высокая внутренняя согласованность заданий (α -Кронбаха=0,91), а также хорошая чувствительность к изменениям в процессе реабилитации [225; 502]. VLT-тест также дает информацию о двигательной стратегии, используемой пациентом при выполнении ежедневной активности.

Таблица 1 – Ван-Люшот тест (короткая версия)

№	Активность	Описание, материалы
1.	Функциональное вытягивание вперед	Перемещение бутылки над столом на расстояние 75 см
2.	Подъем руки вверх по дуге	Перемещение кольца по вертикальной дуге, стоящей на столе
3.	Открытие большого пальца	Сидя за столом поднять два металлических цилиндра ключевым захватом по 5 (2,5) см в диаметре (1 и 2 пальцем)
4.	Захват большим пальцем	Захватить монету в 10 рублей со стола, используя 1 и 2 пальцы,
5.	Сила большого пальца	Поднять кувшин с водой (1 л), используя большой палец, налить воду в стакан и поставить кувшин обратно
6.	Открытие 2-5 пальцев	Приподнять со стола пустые жестяные банки диаметром 10 (7,5) см
7.	Сила 2-5 пальцев	Поднять кувшин (1 л), используя 2-5 пальцы, налить воду в стакан до уровня 2 см ниже его края, поставить кувшин обратно
8.	Захват ручки для письма	Написать имя и адрес ручкой на бумаге (оценивается захват ручки)
9.	Зажигание спички	Поднять коробок, достать спичку и зажечь ее с помощью руки
10.	Открывание бутылки	Открыть стеклянную бутылку воды без газа с помощью открывашки двумя руками

Десять активностей короткой версии VLT включают в себя: функциональное вытягивание руки вперед «reaching», подъем руки вверх по дуге (домен «баланс»), закрытие большого пальца, открытие большого пальца, захват большим пальцем, сила большого пальца (домен «1 палец»), открытие второго-пятого пальцев, сила второго-пятого пальцев (домен «2-5 пальцы»), захват ручки для письма, зажигание спички, открытие бутылки (домен «манипуляция») (табл. 1). Оценка производится с каждой стороны (5 баллов – наилучшая оценка, 0 баллов – наихудшая), максимально возможная сумма баллов – 100, время проведения теста составляет 25-35 минут. Принципы оценки – ранжирование качества выполнения задания от сложного к простому, при этом выше оценивается задание, выполненное без опоры пациента на спинку кресла-коляски; одной рукой ниже, чем обеими; активное хватание выше, чем пассивное; реципрокное, спонтанное неподготовленное – выше, чем нуждающееся в подготовке; быстрое и свободное – выше чем медленное, неловкое (табл. 2). Важно отметить, что оценка функции кисти производится только тогда, когда пациент может сидеть в кресле-коляске три часа и более.

Таблица 2 – Демонстрация заданий для короткой версии Ван-Люшот теста



Функциональное вытягивание руки вперед
(достать бутылку на расстоянии 75 см,
поставить ее обратно), высота стола
адаптирована под кресло-коляску



Подъем руки вверх по дуге
(провести кольцо по дуге)



Открытие большого пальца (алюминиевые
цилиндры 2,5 и 5 мм в диаметре)



Захват большим пальцем
(10 руб. монета)

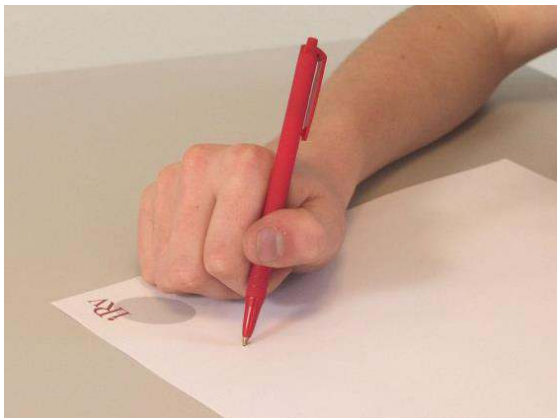


Сила большого пальца
(1 л кувшин)



Открытие 2-5 пальцев
(банки 7,5 и 10 см в диаметре)

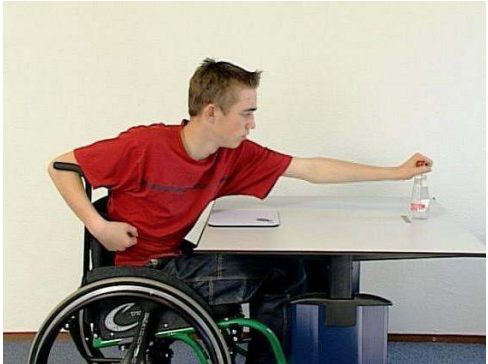
Продолжение таблицы 2

 Сила 2–5 пальцев (1 л кувшин)	 Захват ручки для письма, письмо
 Зажигание спички (коробок и спичка)	 Открытие бутылки (открывашка и бутылка 0,33 л «Coca Cola»)

Пример балльной оценки задания «Дотягивание вперед» шкалы Ван Люшот

Цель – оценить способность пациентов перемещать предметы в горизонтальной плоскости. Базовые инструкции (может использоваться одна рука): перемещайте бутылку от края стола по воздуху вперед (75 см), поставьте бутылку, переместите бутылку в начальное положение. Результативность зависит от положения тела и его баланса в коляске, достаточной подвижности суставов руки, мышечной силы, наличия кистевого захвата и отсутствия ограничивающих факторов [442] (табл. 3).

Таблица 3 – Задание «Дотягивание вперед» теста Ван-Люшот

Баллы	Условия выполнения	Визуальный образ (фото)
5	Спина не касается спинки, противоположная рука не используется для поддержки, одноименная рука и бутылка не касаются стола; задание выполняется легко и без усилий	
4	Противоположная рука используется для опоры на стол; одноименная рука и бутылка не касаются стола	
3	Противоположная рука используется в виде крюка для захвата руки спинки кресла-коляски; одноименная рука и бутылка не касаются стола	
2	Задание выполняется за счет толкания бутылки; одноименная рука или бутылка скользят по столу во время движения; возможно перемещение бутылки в стартовое положение	

Продолжение таблицы 3

Баллы	Условия выполнения	Визуальный образ (фото)
1	Возможно придвинуть бутылку ближе к телу; перемещение бутылки в стартовую позицию невозможно	
0	Задание не может быть выполнено	

Оценка специфических навыков кисти и руки выполнялась с помощью модифицированной шкалы VLT (VLT_м). Так как из 10 активностей две охватывают баланс, то для оценки функции кисти было взято только восемь активностей (сила 1 пальца, открытие и закрытие 1 пальца, открытие 2-5 пальцев, сила 2-5 пальцев, захват карандаша, зажигание спички, открытие бутылки), что составляет максимальную сумму в 80 баллов. Учитывалась существующая градация степени функциональной независимости по кодам активности МКФ: легкое ограничение на 5-24%, умеренное – на 25-49%, выраженное – на 50-95% (МКФ, 2001) [575]. Таким образом, граница выраженной функциональной независимости в 50% соответствовала 40 баллам и более (VLT50%) – граница частичной независимости, 75% и более составила 20 баллов и более (VLT25%), что соответствует выраженным нарушениям по МКФ (см. табл. 5). В связи с этим точка отсечения классификатора была выбрана в 40 и 20 баллов короткой версии шкалы VLT.

2.2.4. Оценка функционального тенодеза

Функциональный тенодез кисти (ФТ) – относительно новый реабилитационный термин, отражающий сухожильный феномен пассивного сгибания пальцев кисти за счет разгибания в лучезапястном суставе и, наоборот, пассивного разгибания пальцев кисти за счет сгибания в лучезапястном суставе. Его оценка выполнялась в положении сидя в кресле-коляске (пациент способен находиться в кресле-коляске в течение двух – трех часов), по способности пациента обхватить и поднять со стола теннисный мяч в пронирированном положении кисти, для этого использовался теннисный мячик диаметром 6,5 см, который нужно было захватить, поднять (опираясь на локоть) и удержать в течение трех секунд с помощью кистевого шарового захвата доминантной (ведущей) верхней конечностью (рис. 7) [257; 304; 447].



Раскрытие кисти через опору
на предмет



Разгибание кисти и захват
предмета



Подъем и удержание
предмета

Рисунок 7 – Сформированный кистевой шаровой тендез кисти у пациента с С₆-тетраплегией

2.2.5. Оценка уровня функциональной независимости

Оценка функциональной независимости при выполнении базовых навыков самообслуживания выполнялась с помощью двигательного раздела шкалы функциональной независимости (Functional Independence Measure, FIM_m) [248], который включает 13 двигательных заданий, объединенных в четыре домена: «самообслуживание» (6 активностей), «трансфер» (3 активности), «тазовые функции» (2 активности), «мобильность» (2 активности). А также по выполнению наиболее важных двигательных навыков: пересаживание в кресло-коляску, самостоятельная катетеризация, приема пищи, которые также оцениваются в рамках этой шкалы с ранжированием оценивания возможности выполнения активности от 0 до 7 баллов, при этом максимальная общая сумма составляет 91 балл (табл. 4).

Оценка выполнения двигательных заданий FIM:

- 7 баллов – полная независимость в выполнении соответствующей функции (все действия выполняет самостоятельно, в общепринятой манере и с разумными затратами времени);
- 6 баллов – ограниченная независимость (больной выполняет все действия самостоятельно, но медленнее, чем обычно, либо нуждается в постороннем совете);
- 5 баллов – минимальная зависимость (при выполнении действий требуется наблюдение персонала либо помощь при надевании протеза/ортеза);
- 4 балла – незначительная зависимость (при выполнении действий нуждается в посторонней помощи, однако более 75% задания выполняет самостоятельно);
- 3 балла – умеренная зависимость (самостоятельно выполняет 50-75% необходимых для исполнения задания действий);
- 2 балла – значительная зависимость (самостоятельно выполняет 25-50% действий);

- 1 балл – полная зависимость от окружающих (самостоятельно может выполнить менее 25% необходимых действий).

Таблица 4 – Functional Independence Measure (FIM двигательный раздел)

Категория	Балл
Домен «самообслуживание»	
1. Прием пищи (пользование столовыми приборами, поднесение пищи ко рту, жевание, глотание)	
2. Личная гигиена (чистка зубов, причесывание, умывание лица и рук, бритье или макияж)	
3. Принятие ванны/душа (мытье и вытирание тела за исключением области спины)	
4. Одевание верхней части тела (выше пояса), включая надевание протезов/ортезов	
5. Одевание нижней части тела (ниже пояса), включая надевание протезов/ортезов	
6. Туалет (использование туалетной бумаги после посещения туалета, гигиенических пакетов)	
Домен «контроль функции тазовых органов»	
7. Мочевой пузырь – контроль мочеиспускания и при необходимости использование приспособлений для мочеиспускания (катетера, уропрезерватива, пр.)	
8. Прямая кишка – контроль акта дефекации и при необходимости использования специальных приспособлений (клизмы, калоприемника, пр.)	
Домен «трансфер» (перемещения)	
9. Кровать, стул, инвалидное кресло (способность встать с кровати и лечь на кровать, садиться на стул или в инвалидное кресло и встать с них)	
10. Туалет (способность пользоваться унитазом – садиться, встать)	
11. Ванна, душ (способность, пользоваться кабиной для душа либо ванной)	
Домен «мобильность»	
12. Ходьба/передвижение с помощью инвалидного кресла	
13. Подъем по лестнице	
Двигательные функции (суммарный балл):	

Степени независимости по доменам и выделенным навыкам оценивались, исходя из существующей градации степени функциональной независимости по кодам активности МКФ

(2001): легкое ограничение – на 5-24%, умеренное – на 25-49%, выраженное – на 50-95% (МКФ, 2001), – которые обратно зависимы с системой оценки шкалы FIM (табл. 5).

Таблица 5 – Сравнение критериев функциональной независимости

Уровень FIM, описание	1	2	3	4	5	6	7
	<25% (может выполнить менее 25% задания)	25% и более (может выпол- нить до 50% задания сам)	50% и более (умеренная помощь при выполне- нии, умеренная внешняя помощь)	75% и более, мини- мальная внешняя помощь в выполне- нии	100% и более (нужная вербальная поддержка, предвари- тельные действия)	Модифици- рованная независи- мость, изменение порядка действий, применение ТСР, больше времени	полная независи- мость, хороший тайминг, безопасность, без ТСР и модификаций
	Полностью зависим		Частично зависим			Независим	
Категории МКФ	4: 96-100% полностью трудно 3: 50-95% значительно тяжело		2: 25-49% умеренно тяжело	1: 5-24% слегка трудно 0: 0-4% не трудно			

Пограничным значением является 50%-я степень функциональной независимости, которая рассчитывалась по двигательному домену шкалы FIM (FIM_m) за вычетом из максимальной общей суммы баллов оценки за «ходьбу по лестницам» (13-е задание). Сумма в 84 балла практически является максимальной общей суммой баллов для пациентов с тетраплегией, соответственно, 50% независимости по МКФ (МКФ50%) будет соответствовать сумме в 42 балла. В соответствии с принципом дихотомической классификации, пациенты, набравшие менее 42 баллов, относились к группе с выраженным функциональным ограничением и обозначались как (0) (МКФ менее 50%), а набравшие 42 и более балла – к группе с умеренным и легким функциональным ограничением, а обозначались как (1) (МКФ 50% и более).

При отдельном анализе степени зависимости по доменам функциональных шкал FIM_m оценка делилась на три группы: 1 – полная зависимость (оценка заданий 1-2 балла), 2 – умеренная зависимость (3, 4, 5 баллов), 3 – минимальная зависимость (для заданий, оцениваемых в 6, 7 баллов). Пациенты, исходя из актуальной активности или выбранного

домена (зависимости от набранной суммы баллов), классифицировались на группы с полной зависимостью, если набрали 1-2 балла, умеренной зависимостью – 3-5 баллов, полной независимостью, если набрали 6, 7 баллов.

При оценке степени функциональной независимости верхней конечности (VLT) по доменам интерпретация оценки выполнения задания была следующая: 50% и более – 50 баллов и более, менее 50% – соответственно, менее 50 баллов. Пациенты классифицировались в группу «менее 50%», если набирали менее половины максимальной суммы баллов в домене (10-15 баллов), в группу «50% и более», если набрали половину и более баллов максимальной суммы в домене.

2.2.6. Стимуляционная электронейромиография (СЭНМГ)

Электронейромиографическое исследование включало в себя методики стимуляционной электромиографии и выполнялось на электромиографе Keypoint (Medtronic) (Регистрационное Удостоверение ФСЗ 2009/04288), программное обеспечение «Проводимость нерва» (Nerve conduction). Исследовались срединный нерв с регистрацией М-ответа с *m. abductor pollicis brevis*, локтевой нерв с регистрацией М-ответа с *m. abductor digiti minimi* или *m. interosseus dorsi I*, большеберцовый нерв с регистрацией М-ответа с *m. abductor hallucis*. Активный регистрирующий электрод располагался на брюшке соответствующей мышцы, референтные в области пястно-фаланговых суставов первого и пятого пальцев кисти для срединного и локтевого нервов соответственно и первого плюснефалангового сустава для большеберцового нерва. Стимуляция проводилась супрамаксимальным импульсом постоянного тока длительностью 0,2 мс. Оценивались скорость распространения возбуждения (СРВ) на предплечье для срединного и локтевого нерва и на голени для большеберцового нерва и амплитуда суммарного мышечного потенциала (СМП) тестируемой мышцы при стимуляции дистальной точки нерва, которая оценивалась в виде амплитуды негативной фазы М-ответа (МО) от изолинии до пика негативной фазы. М-ответ регистрировался с применением кабеля с зажимами-клипсами для активного, референтного и заземляющего электродов. Использовались одноразовые клеящиеся хлорсеребряные электроды диаметром 10 мм.

Изменения СЭНМГ по степени выраженности денервационных изменений классифицировались по группам в соответствии с рекомендациями A. Curt, V. Dietz [139]:

- 1-й тип – нет М-ответа (полное повреждение по типу Валлеровского перерождения);

- 2-й тип – патологическое уменьшение М-ответа и СРВ (тяжелое аксональное повреждение нерва);
- 3-й тип – уменьшение М-ответа, СРВ – норма (легкое аксональное повреждение нерва);
- 4-й тип – нормальные М-ответ и СРВ.

Данная классификация строилась на нормативных значениях, за которые принимались для срединного нерва: М-ответ (МО) более 4 мВ, СРВ более 49 м/с, для локтевого нерва – М-ответ более 4,6 мВ, СРВ более 47 м/с [272], для большеберцового нерва – М-ответ более 4 мВ, СРВ более 44 м/с [102]. Исходя из топической организации волокон периферических нервов рук, пациенты были разделены по двигательному уровню на группы: С₄-С₆ (двигательный уровень С₄, С₅, С₆) и С₇-D₁ (двигательный уровень С₇, С₈, D₁).

2.2.7. Оценка состояния вегетативной нервной системы (ВНС)

Состояние ВНС оценивалось с помощью анализа вариабельности ритма сердца на коротких участках в покое и одномоментном тилт-тесте (пассивная ортостатическая проба, ПОП), в пробе с глубоким управляемым дыханием (ГУД), с помощью суточного мониторинга артериального давления (СМАД), с помощью опросника вегетативной дисфункции ADFSCI. Комплексная оценка состояния пациентов выполнялась на 2-5-е, а также на 26-29-е сутки реабилитационного курса.

2.2.7.1. СМАД

В течение первых трех-четырех дней проводилось определение индивидуального базового уровня систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД). Дневное базовое АД определялось путем последовательных трехкратных измерений в покое с утра, в положении сидя (среднее значение); определение ночного базового АД выполнялось аналогично с помощью трехкратного измерения АД в положении лежа перед сном (среднее значение) [292]. В дальнейшем пациент проходил основное обследование, в результате которого определялось наличие эпизодов вегетативной дизрефлексии (ВД) в течение дня, ночи и суммарно за сутки, ортостатической гипотензии (ОГ) в течение дня по результатам СМАД. Суточный мониторинг артериального давления (СМАД) выполнялся с помощью портативного суточного монитора «МД-01» («Медиком», Россия)

(Регистрационное удостоверение ФСР 2011/11468), стандартное программное обеспечение «ОРМАД 3», анализ записей выполнялся в ручном режиме (рис. 8).

The screenshot shows the ORMAД 3 software interface. On the left, there is a list of patients with columns for name, date, and various blood pressure readings. On the right, a detailed table titled 'Таблица средних, максимальных и минимальных величин (АД, ВАР АД - в мм рт.ст., ЧП - в уд/мин)' is displayed. This table is divided into three main sections: ДЕНЬ (Day), НОЧЬ (Night), and СУТКИ (24 hours). Each section contains rows for average (САД, ДАД, СрАД, ПАД, ЧП), maximum (САД макс., ДАД макс., СрАД макс., ПАД макс., ЧП макс.), and minimum (САД мин., ДАД мин., СрАД мин., ПАД мин., ЧП мин.) values, along with the number of measurements (ЧП) and the time of day.

Таблица средних, максимальных и минимальных величин (АД, ВАР АД - в мм рт.ст., ЧП - в уд/мин)			
	ДЕНЬ	НОЧЬ	СУТКИ
САД	102 норма (≥ 100 и ≤ 135)	109 норма (≥ 85 и ≤ 120)	97 норма (≤ 135)
ДАД	62 пониженное (< 65)	61 норма (≥ 48 и ≤ 70)	57 норма (≤ 80)
СрАД	72	73	68
ПАД	40	47	40 норма (≤ 53)
ЧП	63	58	63
САД макс.	139 ЧП=65 08:07	148 ЧП=58 04:01	148 ЧП=58 04:01
ДАД макс.	84 ЧП=65 08:07	75 ЧП=58 04:01	84 ЧП=65 08:07
СрАД макс.	95 ЧП=65 08:07	88 ЧП=58 04:01	95 ЧП=65 08:07
ПАД макс.	55 ЧП=65 08:07	73 ЧП=58 04:01	73 ЧП=58 04:01
ЧП макс.	77 ЧП=77 10:01	63 ЧП=63 05:01	77 ЧП=77 10:01
САД мин.	74 ЧП=77 10:01	91 ЧП=57 03:00	74 ЧП=77 10:01
ДАД мин.	38 ЧП=68 15:36	47 ЧП=57 03:00	38 ЧП=68 15:36
СрАД мин.	48 ЧП=68 15:36	58 ЧП=57 03:00	48 ЧП=68 15:36
ПАД мин.	28 ЧП=77 10:01	31 ЧП=58 06:00	28 ЧП=77 10:01
ЧП мин.	51 ЧП=51 23:00	53 ЧП=53 00:00	51 ЧП=51 23:00
ВАР1САД	17 повышенное (> 15)	17 повышенное (> 15)	15
ВАР1ДАД	12 норма (≤ 14)	8 норма (≤ 12)	9

Рисунок 8 – Результаты СМАД прибор «МД-01» представлены в диалоговом окне программы «ОРМАД 3»

Запись систолического и диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений выполнялась с периодичностью каждые 30-60 минут, начало и окончание СМАД в 9-10 часов утра, ночной период начинался с 22-го часа, манжета надевалась на неведущую руку (24 измерения – днем, 12 измерений – ночью). Также пациентами или ухаживающими за ними лицами велся «дневник наблюдений», в котором отмечались виды физической активности, симптомы ВД, ОГ, время дефекации, катетеризации или мочеиспускания, физической активности (рис. 8).

Эпизоды ВД определялись как увеличение систолического АД более 20 мм рт. ст. от базового уровня на момент исследования, не связанные с другими объяснимыми причинами (например, физическими упражнениями, приемом пищи, кашлем, и пр.), эпизоды ОГ определялись как падение систолического АД на 20 мм рт. ст., диастолического АД – на 10 мм рт. ст. [414], что расценивалось, как проявления артериальной гипотензии или ортостатической гипотензии, дифференцировать которые позволял «дневник наблюдений».

При анализе полученных данных подсчитывалось количество и тяжесть эпизодов ВД, ОГ в течение дня, ночи и суммарно за сутки. Тяжесть ВД определялась как разница между максимальным значением АД и базовым, тяжесть ОГ – разница между минимальным значением АД и базовым. Программное обеспечение рассчитывало среднее значение суточного,

дневного, ночного АД, его ночное снижение и суточную вариабельность за 24 часа (СВ) для систолического в диастолического АД [252; 292; 479] (рис. 9).



Рисунок 9 – СМАД пациента с неврологическим уровнем С₆ тип В, СМТ более 12 месяцев

У всех пациентов с ВД дополнительно осуществлялся клинический поиск провоцирующих ее факторов, выполнялось ультразвуковое исследование (УЗИ) мочевыводящих путей, ультразвуковой мониторинг остаточной мочи после рефлексорной стимуляции микции, ректальное исследование, осмотр кожных покровов на наличие ран, пролежней, гематом в дерматомах, расположенных ниже неврологического повреждения спинного мозга уровня.

2.2.7.2. Субъективная оценка выраженности вегетативных синдромов

Дополнительно заполнялся Опросник вегетативной дисфункции (частота симптомов и их выраженности во время эпизодов ВД и ОГ) у пациентов после спинномозговой травмы (Autonomic Dysfunction Following Spinal Cord Injury, ADFSCI) [293; 354], имеющий высокую межтестовую надежность (ICCs=0,98) и внутреннюю однородность ($\alpha>0,9$) [292]. Он состоит из 24 вопросов, касающихся демографии, принимаемых лекарственных препаратов, протекания вегетативной дизрефлексии (10 вопросов) и ортостатической гипотензии (7 вопросов), позволяет оценить встречаемость и тяжесть эпизодов АД по таким симптомам, как: головная боль, повышенное потоотделение выше уровня повреждения, парестезии (которые пациент интерпретирует как «чувство мурашек»), беспокойство и чувство сердцебиения – во время эпизодов ВД. В опроснике применяется 5-балльная оценочная шкала (0 – нет проявлений,

4 – максимальная выраженность проявлений), возможная сумма – от 0 до 184 баллов для раздела ВД, 0-264 баллов для раздела ОГ (см. приложение).

2.2.7.3. Инструментальное обследование ВНС с помощью ВРС и кардиологических проб

Функциональное вегетологическое обследование в сердечно-сосудистой системе выполнялось с помощью электрокардиографа «Поли-Спектр 8-EX» (ООО «Нейрософт», Россия, Регистрационное Удостоверение ФСР 2009/05172) с программным обеспечением «Поли-Спектр-Ритм версия 4,0» и включало в себя спектральный анализ по Фурье variability ритма сердца (ВРС) на коротких участках в покое (время записи 5 минут), в пассивной ортостатической пробе (ПОП) с помощью наклона ложементов поворотного стола (Lojer Multi Tilt Table, Финляндия, Регистрационное Удостоверение ФСЗ 2009/05616) на 60 гр. (время записи 6 минут), оценку выраженности синусовой аритмии в пробе с глубоким управляемым дыханием (ГУД) с расчетом дыхательного коэффициента RR_{max}/RR_{min} [32; 341].

Процедура обследования включала последовательно в условиях относительного покоя запись ЭКГ в 12 стандартных отведениях в течение 10 секунд, ручное измерение систолического артериального давления («CS Medica 106»; Китай) (Регистрационное удостоверение ФСЗ 2009/04071), запись variability сердечного ритма (ВРС) в течение 5 минут, далее проводилась проба с глубоким управляемым дыханием (6 дыхательных циклов в течение одной минуты, частота 0,10 Гц), затем – пассивная ортостатическая проба (поворот стола наклон ложементов на 60 гр. в течение 3-5 секунд) с записью ВРС в течение 5 минут 20 секунд и измерением падения систолического артериального давления (САД) на третьей минуте (рис. 10, 11).

Для уточнения границ частотных диапазонов ВРС выполнялся кросс-анализ ВРС по длительности дыхательного цикла: при частоте дыхания менее 9 движений в минуту (0,15 Гц) выполнялась ручная коррекция частотного диапазона нормализованной доли низкочастотной составляющей (LF_n) соответственно ЧДД. Спектральный анализ ВРС позволил выделить нормализованные высоко (HF_n) и низкочастотные (LF_n) компоненты, а также их отношение LF_n/HF_n , указывающее на баланс тонуса симпатического и парасимпатического отделов ВНС в сердечно-сосудистой системе [104]. При этом физиологическая интерпретация LF_n -компоненты отражает как активность симпатического отдела, так и барорефлекторной модуляцию variability САД [380]. ВРС оценивалось после катетеризации или рефлекторного мочеиспускания и после дефекации (на первые – вторые сутки), обследование женщин выполнялось в середине менструального цикла. Обследование выполнялось утром, не ранее чем по истечении одного часа после легкого завтрака. Обязательным условием являлась отмена

сердечно-сосудистых, антиспастических лекарств за 24 часа, а кофеина, курения, алкоголя за 12 часов до обследования. При проведении записи ВРС пациент находился в состоянии покоя с закрытыми глазами. Помещение, где проводилось исследование, было затемнено, в нем поддерживалась температура воздуха 22°C, влажность около 70% (рис. 11).



Рисунок 10 – Пассивная одномоментная ортостатическая проба (ПОП) с помощью поворотного стола, мониторинг ВРС выполняется с помощью прибора «Поли-Спектр 8-EX»

Для оценки субъективной тяжести протекания ОГ во время выполнения ПОП выполнялся мониторинг субъективных симптомов ОГ с помощью заполнения субъективной шкалы тяжести ортостатической гипотензии self-Perceived Presyncope Score (PPS). Шкала PPS количественно оценивает такие симптомы, как головокружение, тошнота, слабость, потемнение в глазах, используя следующие градации (баллы): 0 – нет симптомов, 1 – легкие симптомы, 2 – умеренные симптомы, 3 – тяжелые симптомы, 4 – обморок. Нами использовались следующие критерии прекращения одномоментного тилт-теста: систолическое АД менее 60 мм рт. ст., значения шкалы PPS – 3 и более баллов. Нами использовались следующие критерии прекращения одномоментного тилт-теста: систолическое АД менее 60 мм рт. ст., значение шкалы PPS, равное 3 и более баллов [114].



Рисунок 11 – Ритмограмма функционального вегетологического тестирования (Синим – ВРС в покое, длительность записи – 5 мин.; красным – проба с глубоким управляемым дыханием, длительность записи 1 мин.; малиновым – ВРС в ПОП, длительность записи 5 мин.)

2.2.8. Оценка качества жизни и психоэмоционального состояния

Для оценки качества жизни использовался Краткий опросник качества жизни Всемирной организации здравоохранения (World Health Organization Quality of Life–BREF, WHOQOL-BREF, 1998) [523]. Будучи надежным и подходящим инструментом для измерения качества жизни у спинальных пациентов [278], опросник состоит из 26 вопросов, однако в анализе учувствует только 24 из них (первые два вопроса исключаются), которые оценивают следующие широкие области (домены): физическое здоровье («домен 1», 7 вопросов) психическое здоровье («домен 2», 6 вопросов), социальные отношения («домен 3», 3 вопроса) и окружающая среда («домен 4», 8 вопросов). Каждый вопрос имеет 5-балльную шкалу ответа (Likert шкала), пациента опрашивают о жизни за последние две недели до исследования. Полученная сумма баллов («сырой показатель») приводится к 100 баллам в соответствии с инструкцией: 1) выполняется реверсия 3, 4, 26 вопросов; 2) далее происходит сложение вопросов, в каждом домене находится среднее (допускается отсутствие ответа только на один вопрос в каждом домене); 3) затем среднее арифметическое умножается на 4 (ответы, соответствующие 1-5 баллам, переводятся в оценки 4-20 баллов); 4) из полученного вычитается число 4, и все это умножается на дробь 100/16 (перевод к 100-балльной шкале)

(<https://apps.who.int/iris/handle/10665/77932>). Домен 1 «физическое здоровье» отражает целостность локомоторной функции, реализуемость навыков ежедневной жизнедеятельности, уровень боли, усталости, работоспособности; домен 2 «психические ощущения» анализирует самоощущения пациента, его представления о себе и своем теле, чувство самореализации и самооценки, надежды, ряд когнитивных способностей; домен 3 «социальные отношения» детализирует уровень социальной поддержки, степень развития межличностных отношений и поддерживающую роль семьи; домен 4 «окружающая среда» оценивает финансовую и социальную самостоятельность, доступность окружающей среды, возможности для обучения, познания, доступность работы и досуговой активности, способность вести домашнее хозяйство по месту пребывания.

Пациент-ориентированной поиск актуальных для пациентов проблем по доменам структуры, активности и участия выполнялся с помощью Канадского опросника измерения ежедневной жизнедеятельности (Canadian Occupation Performance Measure, COPM, 1997) [157; 351]. Данный инструмент оценивает субъективное восприятие различных сфер жизни и соответствующих двигательных активностей, разделен по доменам COPM, по которым далее выполняется взвешивание или ранжирование проблем повседневной жизнедеятельности (табл. 6). Проблема повседневной жизнедеятельности нами расценивалась как занятие, которое человек хочет, в котором нуждается или которое человек ожидает, что будет делать, но не может, не делает, не удовлетворен его выполнением.

Таблица 6 – Канадская шкала измерения ежедневной жизнедеятельности (Canadian Occupational Performance Measure, COPM)

Домен самообслуживания
Самообслуживание: личная гигиена, одевание, прием пищи, секс. Функциональная мобильность: повороты в кровати, пересаживание в коляску, ванну, машину, перемещение по дому, вне дома. Пользование местом проживания: управление автомобилем, пользование общественным транспортом, телефоном, финансами, запись на прием, оплата счетов и налогов, совершение покупок

Продолжение таблицы 6

Домен продуктивности
Работа (оплачиваемая и неоплачиваемая): поиск работы, составление резюме, освоение нового, решение проблем, конфликтов, соблюдение правил безопасности. Поддержание дома и семьи: приготовление пищи, уборка, мытье посуды, стирка, забота о детях, мелкий бытовой ремонт. Игры/обучение: навыки игры, манипулирование предметами, школьная успеваемость, домашние задания, письмо, рисование
Домен досуга
Спокойный отдых: хобби, чтение, настольные игры, просмотр телевидения, слушание музыки, вязание, шитье. Активный отдых: спорт, путешествия, экскурсии, театры, музеи, бар. Общественный отдых: визиты друзей, походы в гости, телефонные звонки, встречи, чтение и отправка почты, вечеринки

Процедура заполнения COPM следующая – в ходе полуструктурированного интервью пациент совместно с эрготерапевтом (в нашем исследовании участвовало два эрготерапевта) выделяет ряд проблем повседневной жизнедеятельности на уровне двигательной активности. Важность каждой активности взвешивается (ранжируется) пациентом по 10-балльной шкале (1 – неважно; 10 – крайне важно). Затем пациент выбирает от трех до пяти наиболее актуальных для него активностей и ранжирует их по выполнению (путь или способ, которым она выполняется в настоящее время) и удовлетворенности их выполнением (то, насколько пациент доволен собой, выполняя активность), опять же используя аналогичную 10-балльную шкалу, рассчитывается среднее значение «выполнения» и «удовлетворенности» (сумму баллов разделить на число активностей) (табл. 7).

Клинически наиболее важным аспектом при использовании COPM является изменение ее счета при поступлении и повторном измерении (выписке). При повторном оценивании динамика показателей определяется путем простого вычитания оценок, значимыми признаются изменения в 2 балла и более [352]. По этическим соображениям сбор и оценка COPM на втором этапе исследования в первой и второй клинических группах не выполнялся.

Таблица 7 – Пример расчета проблем повседневной жизнедеятельности по доменам СОРМ (пациентка с тетраплегией, возраст 34 года, давность СМТ 4 года)

Проблемы	Важность	Выполнение	Удовлетворенность
Передвижение на коляске	10	4	7
Приготовление пищи	9	5	5
Прогулки с семьей	7	4	7
Общий счет		13	19
Средний счет (Σ)		4,3	6,3

Также нами оценивался психологический статус пациентов с помощью опросника депрессии Бека и тревоги Спилбергера-Ханина. При этом шкала Бека (Beck Depression Inventory, 1961) состоит из 21 категории, оцениваемых от 0 до 3 баллов, суммарный балл от 0 до 62 баллов, оценивается настроение в течение последних двух недель, включая сегодняшний день. Нормой считаются показатели менее 10 баллов, 10-15 баллов расцениваются как легкая депрессия, 16-19 – умеренная депрессия, 20-29 – выраженная депрессия, 30-63 – тяжелая депрессия.

Шкала тревоги Спилбергера-Ханина (State-Trait Anxiety Inventory, 1983) состоит из 40 высказываний, каждое из которых оценивается по 4-балльной шкале Ликерта, направлена на выявление личностной и реактивной тревожности (для каждого раздела по 20 вопросов); общее количество баллов для субшкалы составляет от 20 до 80 баллов. Показатели низкой тревожности – менее 30 баллов, умеренной 30-45 баллов, высокой – более 45 баллов.

Определение массы тела пациентов проводилось путем их взвешивания с помощью медицинских электронных весов-кресла «SEGA 954» (Германия, Регистрационное удостоверение ФСЗ 2010/07365) в положении сидя, на которые он пересаживался с помощью электроподъемника. Рост измерялся с помощью сантиметровой медицинской ленты 200 см в положении лежа на кушетке, после чего рассчитывался индекс массы тела ($\text{ИМТ} = \text{масса тела} / \text{рост тела}^2$).

2.2.9. Пациенты группы сравнения и контрольной группы

В первую группу сравнения по качеству жизни (опросник СОРМ), уровню тревоги, выраженности депрессии вошли пациенты с параплегией с грудным уровнем повреждения (позвонки Th1–Th9) ($n=40$), возраст составил – 33,0 (24,0; 43,0) года, давность СМТ – 3 (1,0; 4,5) года, доля женщин – 11 (27%) человек, полное повреждение тип А – у 26 (65%) человек. Во вторую группу сравнения ($n=20$) по СЭНМГ срединного нерва (20 нервов), качеству жизни

шкалы WHOQOL-BREF вошли пациенты с параплегией из предыдущей группы, активно передвигающиеся в ручном кресле-коляске (что позволило нивелировать влияние повышенной осевой нагрузки на верхние конечности с возможным развитием туннельных синдромов), возраст составил 34 (25,0; 40,0) года, давность СМТ – 3 (1; 5,0) года, из них – 4 человека женского пола (20%). Контрольная группа состояла из добровольцев, сотрудников реабилитационного центра (n=20), которые прошли вегетологическое обследование (ВРС и кардиоваскулярные пробы), СЭНМГ большеберцового нерва (20 нервов), оценку качества жизни по шкале WHOQOL-BREF, измерение положение таза в положении сидя, возраст которых составил 33,0 (27,0; 39,0) года, половой состав: 16 мужчин и 4 (20%) женщины.

2.2.10. Дополнительные методы обследования

Особое внимание уделялось состоянию шейного отдела позвоночника у пациентов в сроки до четырех месяцев после оперативного лечения (СМТ), с последующей иммобилизацией в жестком головодержателе типа Филадельфия, все пациенты проходили контрольную компьютерную томограмму (КТ) на предмет состоятельности послеоперационного шейного спондилодеза и/или развитие послеоперационных осложнений перед прекращением иммобилизации шейного отдела позвоночника. В ряде случаев пациентам с развитием выраженного нейропатического болевого синдрома, при задержке положительной двигательной динамики, появлении негативных неврологических симптомов проводилась МРТ шейного отдела позвоночника и спинного мозга (1,5 Тсл). Рентгенография сустава в двух стандартных проекциях выполнялась перед началом лечения выраженной суставной контрактуры, а также для уточнения размеров и локализации гетеротопических оссификатов, преимущественно в области тазобедренных, локтевых суставов. Всем пациентам для уточнения состояния и поиска противопоказаний к реабилитации перед ее началом выполнялся общий и биохимический анализ крови, общий анализ мочи, электрокардиограмма, УЗИ вен нижних конечностей, УЗИ мочевого пузыря и почек.

2.3. Методы и методики реабилитации

2.3.1. Базовый курс реабилитации

Традиционная схема активной медицинской реабилитации состояла из 30-дневного курса, включавшего занятия по ЛФК, социально-бытовой адаптации (СБА), медицинский массаж, физиотерапевтическое лечение (ФТЛ), психологическое сопровождение. На занятиях

по ЛФК, которые проводили один или два инструктора в зависимости от тяжести состояния пациента, выполнялись физические упражнения на циклическом силовом тренажере с БОС “Motomed Viva 2” (Германия) для верхних конечностей в активном режиме, для нижних конечностей в пассивном режиме по 10 минут (рис. 12). Пациентам назначались общеразвивающие, силовые и дыхательные физические упражнения, стретчинг спастических мышц туловища и нижних конечностей, отработка двигательных навыков: повороты, присаживание на кушетке (стол Бобата), пересаживания в кресло-коляску и обратно, удержание динамического баланса в положении сидя, перемещения в кресле-коляске, а также общие поструральные упражнения, состоящие из дробных вертикализаций в тренажере-вертикализаторе или на ортостоле (для пациентов с ОГ) по 20 минут, три раза в неделю, с обязательным мониторингом уровня АД, ЧСС, субъективной переносимости нагрузки по 20-балльной шкале Борга (рис. 10) [20; 83; 239; 294].



Циклические активные
упражнения для верхних
конечностей



Циклические пассивные
упражнения для нижних
конечностей



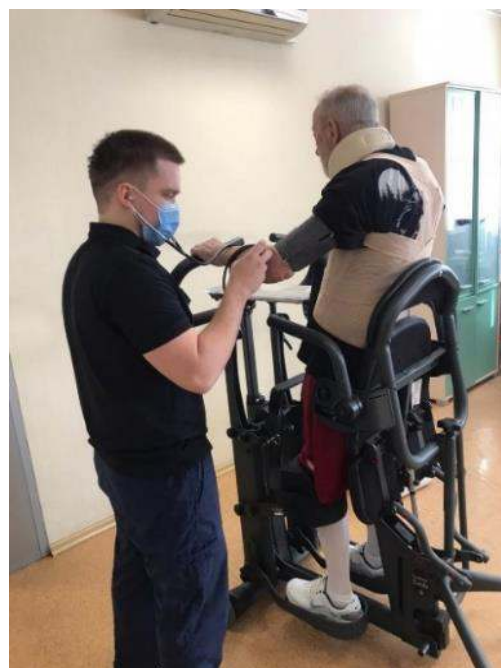
Хватки для фиксации кистей

Рисунок 12 – Виды циклического тренинга с БОС

Мониторинг вертикализации (общее поструральное упражнение) включал в себя ручное измерение уровня АД медицинским тонометром CS-105 (Medica) каждые три минуты или чаще. При появлении выраженных субъективных симптомов ОГ (головокружение, слабость, нарушение зрения, снижение слуха) и/или наблюдающемся при этом падении САД более 60 мм рт. ст. пассивная вертикализация прерывалась и возобновлялась только через 2-5 минут или после нормализации субъективного состояния пациента по шкале PPS (1 и менее балла) и приближении показателей систолического АД (САД) к начальному уровню (рис. 13).



А



Б

Рисунок 13 – Виды ортостатических тренировок.

Слева – вертикализация пациента на поворотном столе Lojer Tilt (Финляндия),
справа – вертикализация в тренажере-вертикализаторе Easy-Stand (США)

Физиотерапевтическое лечение (ФТЛ) базовой программы реабилитации включало в себя: 1) динамическую пневмокомпрессию (Pressomed 2900, ЕМЕ, Италия) на нижние конечности в положении на спине; параметры: каналов – 9, максимальное давление – 150 мм рт. ст., программа № 6, длительность 20 минут, № 10; 2) низкочастотную магнитотерапию (Magnitomed 2000, ЕМЕ Италия), по продольной методике на позвоночник (2 соленоида располагаются на поясничном и шейном отделах позвоночника), в положении сидя в кресле-коляске или на животе; параметры: 2 канала, частота 50 Гц, мощность 10 мТл, режим непрерывный, длительность 20 минут, № 10 (рис. 14).



Магнитотерапия (ПеМП)



Пневмокомпрессия на нижние конечности

Рисунок 14 – Физиотерапевтическое лечение в базисной реабилитации

Социально-бытовая адаптация (СБА) проводилась индивидуальным методом с инструктором-методистом по лечебной физкультуре и включала в себя физические упражнения для отработки навыков приема пищи, одевания, раздевания, личной гигиены, пользования адаптивным столовыми приборами, навыков трансфера и перемещения в кресле-коляске в максимально приближенных к домашним, «естественным» условиям существования (рис. 15).



Рисунок 15 – Примеры заданий для социально-бытовой адаптации

В конце занятия по показаниям выполнялось коррекционное ортезирование дистальных отделов верхних конечностей с целью нормализации мышечного тонуса, коррекции контрактур, адаптивного укорочения сухожилий сгибателей пальцев и удлинения сухожилий разгибателей пальцев, длительностью 10 минут (см. рис. 10), общая длительность занятия СБА составляла 45 минут, 20 занятий за курс (см. рис. 1).

Ниже представлены рисунки, отражающие основные аспекты ортопедического обеспечения реабилитационного процесса в области верхней конечности пациентов с повреждением (СМТ) на шейном уровне спинного мозга (рис. 16, 17, 18).

Лечебный массаж состоял из поочередного массажа верхних и нижних конечностей с целью улучшения трофики, уменьшения отека, снижения мышечного спастического гипертонуса, уменьшения миофасциального болевого синдрома, каждая процедура длилась 30 минут, по 10 процедур за курс [4]. Психологическое сопровождение включало в себя психологическую консультацию и занятия по психологической коррекции длительностью по 30-45 минут, по 4 процедуры за курс.



А

Перчатки Моберга обеспечивают этапное растяжение сухожилий разгибателей пальцев, уменьшают разгибательные суставные контрактуры пальцев (Рипсел)



В

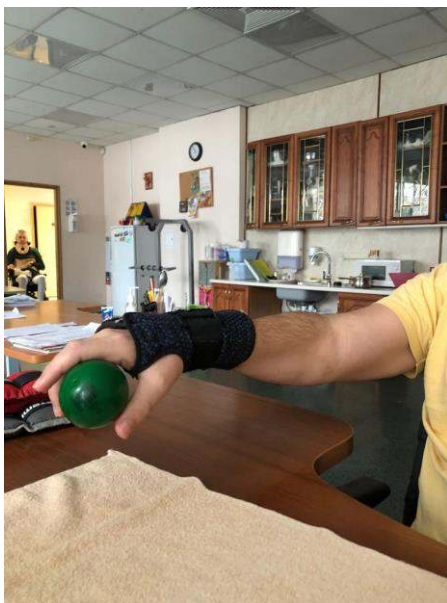
Функциональные ортезы снижают тонус мышц сгибателей, уменьшают сгибательные суставные контрактуры, улучшают оппозицию 1 пальца кисти (Оттобок)



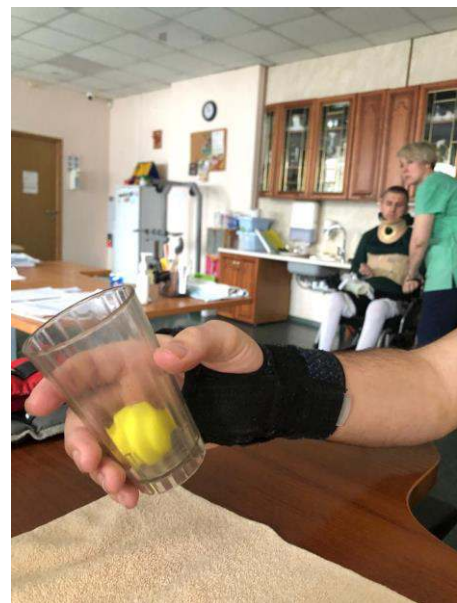
С

Комбинированное индивидуальное применение ортезов. Длинная лонгета из алюминия (левая рука) позволяет ее адаптировать под тонус или укорочение сухожилий сгибателей кисти и пальцев, фиксация к кисти выполняется с помощью эластического бинтования

Рисунок 16 – Варианты коррекционного ортезирования кисти пациентов с тетраплегией



Шаровой захват



Цилиндрический захват

Рисунок 17 – Статический функциональный ортез на ЛЗС (пациент с ДУ С₅)



Коррекция положения
первого пальца



Прием пищи
адаптированной ложкой



Ортез для письма

Рисунок 18 – Адаптивные ортезы для верхней конечности

2.3.2. Экспериментальные методики реабилитации

2.3.2.1. Методика специальной лечебной гимнастики для верхних конечностей (СЛГВК)

В основе СЛГВК лежит формирование функционального пальцевого и кистевого тенодеза и его дальнейшая тренировка и совершенствование в рамках реализации возможной хватательной и манипулятивной функций кисти и верхней конечности. По результатам создания и апробирования данной методики гимнастики нами был получен патент № RU2747678C1 «Способ восстановления функций верхней конечности у пациентов со спинномозговой травмой на шейном уровне» от 12.05.2021. Специальная лечебная гимнастика для верхних конечностей включает в себя индивидуальные занятия в положении сидя в кресле-коляске за столом с регулируемой высотой столешницы или в кровати с приподнятым головным концом, задачами являются нормализация пассивных свойств кисти, укрепление остаточных мышечных функций, коррекция мышечного тонуса, формирование захватов за счет кистевого и пальцевого тенодеза, их отработка в положении «сидя за столом» при выполнении бытовых и прочих заданий, коррекционное или функциональное ортезирование кисти (рис. 19 А, Б; рис. 20), длительностью по 20 минут, до 12 занятий за курс (3 занятия в неделю).

Формировался и совершенствовался функциональный тенодез кисти, который лежит в основе пассивной функциональной кисти – феномен пассивного сгибания пальцев кисти за счет разгибания в лучезапястном суставе и наоборот. Важно отметить, что для его реализации, помимо лучевых разгибателей кисти, необходимы достаточная пассивная оппозиция большого пальца, достаточное сгибание в пястно-фаланговых суставах (ПФС), сбалансированность длины

сухожилий длинных сгибателей и разгибателей пальцев, пронированное положение предплечья, достаточная сила аддукторов и наружных ротаторов плечевого сустава, также пациент должен обладать способностью находиться в кресле-коляске в течение двух-трех часов (см. рис. 19 А, Б). Для его оценки нами использовался теннисный мячик диаметром 6,5 см, который нужно было захватить и поднять со стола с помощью кистевого шарового захвата (рис. 7).



Кистевой цилиндрический



Кистевой шарообразный



Пальцевой

Рисунок 19А – Виды функционального сухожильного тенодеза



Постановка пальцев на предмет (опускание кисти, подъем предплечья)



Захват предмета (подъем кисти, опускание предплечья)



Отрыв предмета от стола (локоть без опоры, подъем кисти и предплечья)

Рисунок 19Б – Фазы выполнения пальцевого тенодеза у пациента с С₆-тетраплегией

Во время занятия специальной лечебной гимнастикой для верхних конечностей последовательно применялись физические упражнения, укорачивающие сухожилия длинных сгибателей пальцев, укрепляющие разгибатели кисти с формированием функционального

сухожильного кистевого и пальцевого тенонеза, далее использовались координационные упражнения, захваты и манипулирование предметами разного размера и веса, проводилась тренировка навыков самообслуживания (см. рис. 20).

Занятие длительностью 30 минут интегрировалось с последующим ортезированием кисти в мягкотканом ортезе, обеспечивающем положение разгибания в лучезапястном суставе 30 гр., сгибание в пястно-фаланговых суставах 70-80 гр., сгибание в межфаланговых суставах 60-90 гр., фиксацию первого пальца в положении противопоставления дистальному межфаланговому суставу второго пальца, в течение 20 минут (см. рис. 16), 3 раза в неделю, и было встроено в СБА, что позволило сохранить неизменным объем двигательной нагрузки (время занятий оставалось неизменным). Во время занятия проводился клинический и инструментальный контроль за появлением ортостатической гипотензии и/или вегетативной дизрефлексии.



Рисунок 20 – Специальная лечебная гимнастика для верхних конечностей (эрготерапия)

2.3.2.2. Методика коррекции вегетативной дисфункции

Указанная методика включала в себя высаживание пациента в кресло-коляску в абдоминальном бандаже в течение дня на время его нахождения в реабилитационном центре, применение инфракрасной лазеротерапии по смешанной методике. Подбор размера абдоминального бандажа выполнялся, исходя из окружности талии и расстояния между лобковой костью и нижним краем реберной дуги. Бандаж надевался в горизонтальном положении на спине перед подъемом из постели, его ширина составляла 20-25 см, натяжение

составляло (–) 10 см от первоначальной окружности талии в горизонтальном положении, ношение выполнялось при высаживании и перемещении в кресле-коляске (рис. 21).



Рисунок 21 – Абдоминальный бандаж (АБ) на пациенте в кресле-коляске

Низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) выполнялось с помощью аппарата “Lasermед 2200” (ЕМЕ, Италия) на область сердца, крупных сосудов, паравертебрально по одной минуте, всего пять зон. Параметры НИЛИ были следующие: длина волны 905 нм, режим излучения импульсный, частота излучения 200-10 000 Гц, длительность импульса 100 нс, мощность излучения 25 мВт. Зоны воздействия были следующие: область сердечного толчка, паравертебрально на уровне позвонков Th1-Th3 (преганглионарные симпатические нейроны) с двух сторон, зона пульсации сонной артерии (синокаротидный узел) с двух сторон (рис. 22), время экспозиции составляло одну минуту на каждую зону. Методика воздействия контактная, стабильная. Условия проведения: положение сидя в кресле-коляске, ежедневно, курс – 10 процедур [4].



Рисунок 22 – Лазеротерапия (НИЛИ) по точкам (демо)

2.3.2.3. Пациент- и задач-ориентированный подход к организации проведения физической реабилитации

Методика постановки реабилитационных задач с учетом пациент-ориентированной модели проводилась путем полуструктурированного интервьюирования пациента психологом с помощью опросника COPM, в ходе которого выделялись наиболее значимые для пациента двигательные активности по доменам самообслуживания, продуктивности и досуга с их ранжированием по степени важности для пациента, возможности ее выполнения и удовлетворенностью пациента этим выполнением (оценивание производилось самим пациентом с помощью оценочной шкалы от 0 до 10 баллов) (табл. 8). Важно подчеркнуть, что в рамках пациент-ориентированного подхода к проведению реабилитации домены COPM в свою очередь сами становятся мишенями, так же, как и первичными исходами реабилитации. Клинически наиболее важным аспектом при использовании COPM является изменение счета домена, выбранной активности, при поступлении и повторном измерении [137], при повторном оценивании динамика показателей определяется путем простого вычитания оценок, значимыми признаются изменения в 2 и более баллов [351].

Таблица 8 – Пример листа важных активностей, собранных с помощью опросника COPM

Активности /важность	Удовлетворенность	Выполнение
Прием пищи / 7 из 10	5	6
Вызвать лифт / 6 из 10	7	7
Общение с детьми / 5 из 10	6	9

Методика задач-ориентированности лечебной гимнастики осуществлялась с помощью применения визуальной Шкалы оценки достижения цели (Goal Assessment Scale, GAS), которая позволяет количественно оценивать реализацию поставленной цели [180]. Пациент выбирает наиболее важную для него цель в виде двигательной активности с максимальным значением важности (по результатам опросника COPM), путь к реализации которой визуализируется в виде прямой предсказания ее достижения. Последняя разделена на пять равных участков, обозначенных «-2», «-1», «0», «1», «2», где текущее функциональное состояние соответствует значению «-1», с детализацией этапов прогрессирования ее достижения (по каждому этапу с учетом специфичности, значимости, доступности, измеримости в конкретном временном промежутке – принципы SMART) (табл. 9). Динамика состояния оценивалась путем вычитания базовой оценки GAS счета из значения, полученного после реабилитации, при этом оценка

важности и сложности выбранных активностей, расчет стандартизированного Т-счета нами не выполнялась [90; 533].

Далее выполнялся визуальный анализ релевантной двигательной активности, включающий в себя процесс идентификации составляющих ее «потенций», необходимых для выполнения, с выделением «слабых» и «сильных» мест с разбитием по ключевым фазам выполнения на двигательные подактивности, также заполняется соответствующий список проблем ее решения путем сравнения ее выполнения со стандартным паттерном, свойственным здоровым индивидуумам. Тренировка выбранных двигательных навыков выполнялась как в стандартизированных условиях кабинета эрготерапии, так и в условиях, приближенных к условиям проживания пациента. Ниже в качестве примера представлен пример списка проблем для выбранной двигательной активности «Прием пищи, второе блюдо» у пациента с полной С₆-тетраплегией: 1) плохой динамический баланс в положении сидя за столом; 2) слабость лучевых разгибателей запястья; 3) недостаточность наружных ротаторов плечевого сустава и высокое стояние локтя при поднесении руки ко рту; 4) высокий тонус в сгибателях пальцев; 5) дефицит активного сгибания в пястно-фаланговых суставах; 6) высокое положение первого пальца; 7) дефицит активной пронации в лучелоктевом сочленении. Список субактивностей для этой активности: 1) формирование функционального кистевого тенодеза; 2) формирование захвата вилки с утолщенной ручкой; 3) манипулирование адаптированной вилкой с твердым, мягким материалом/пищей; 4) отработка навыка приема пищи в столовой; 5) улучшение динамического баланса туловища в положении сидя.

Таблица 9 – Пример составления шкалы GAS для двигательной активности «Прием пищи»

Градации	Описание этапа достижения цели
+2 (намного больше ожидаемого)	Самостоятельно ест второе блюдо полностью без ортеза
+1 (слегка больше ожидаемого)	Самостоятельно ест второе блюдо полностью без ортеза с умеренной помощью, быстрее 10 минут
0 (ожидаемый)	Ест второе блюдо частично, без ортеза, с умеренной помощью
–1 (текущий, без изменений)	Ест второе блюдо полностью, в ортезе на ЛЗС, с умеренной помощью, за 10 минут
–2 (ухудшение)	Ест второе блюдо не полностью в ортезе на ЛЗС с помощью

Стадии реализации пациент- и задач-ориентированного реабилитационного подхода (ПЗОРП):

1. Выявление проблематичных активностей жизнедеятельности (COPM).

2. Постановка двигательных задач (SMART) – GAS.
3. Анализ задач, выбранных активностей: написание списка проблем, листа субактивностей основной активности.
4. Составление двигательной реабилитационной программы с учетом физиологических принципов тренировок, приемов двигательного обучения, интеграции с вспомогательными средствами реабилитации.
5. Повторное оценивание по окончании курса реабилитации (COPM, GAS).

В конце курса реабилитации выполнялось повторное тестирование с целью определения изменения субъективной оценки удовлетворенности выполнением выбранной пациентом двигательной активности (COPM), а также степени продвижения по шкале реализации поставленной цели (GAS).

2.4. Статистические методы

Обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 10,0 для Windows 8.1. Непрерывные или интервальные данные проверялись на нормальность распределения графическим способом (метод построения гистограмм), а также с помощью критерия Шапиро-Уилка. В большинстве наблюдений просматривалась нормальность распределения признаков (метод построения гистограмм и W-критерия Шапиро-Уилка, $W=0,97-1,03$; $p>0,05$).

На первом этапе работы для анализа больших структур данных использовался факторный, корреляционный, дисперсионный анализы, метод деревьев классификации (одномерные иерархические ветвления по ошибке классификации), выполнялись построение графиков ранговой значимости предикторов, анализ множественных сравнений, логистический и линейный регрессионные анализы. Гомоскедастичность дисперсии оценивали с помощью критерия Левена (MS – средний квадрат, SS – сумма квадратов, F -критерий), сферичность – с помощью критерия Моучли (W -критерий). Межгрупповые различия оценивались с помощью F -критерия Фишера (дисперсионный однофакторный анализ), критерия Лямбда-Уилкса (дисперсионный анализ повторных измерений), многомерного критерия Уилкса (многофакторный дисперсионный анализ), критерия Тьюки (апостериорные множественные сравнения). Непараметрические множественные сравнения выполнялись с помощью рангового критерия Краскел-Уоллиса (H -критерий).

Статистический анализ классификаций выполнялся с помощью бинарной логистической регрессии (χ^2), построения ROC-кривых (Receiver Operation Characteristic), построения таблицы

сопряженности с определением чувствительности, специфичности изучаемого теста. Также на первом этапе исследования была выполнена оценка межтестовой надежности использованных функциональных шкал в виде повторной оценки состояния пациентов через два-три дня после поступления у 68 пациентов.

На втором этапе исследования расчет минимально необходимого объема выборки для проведения сравнительного анализа эффективности применяемых методик реабилитации производился на основе оценки клинической эффективности, выявленной на первом этапе исследования. Предварительные исследования показали, что эффективность применения базового комплекса реабилитации в контрольной группе (первая группа) может составлять до 6 баллов по основным выбранным шкалам (FIM_m, VLT). Оценка объема выборки проводилась с использованием одновыборочного Т-критерия, уровень статистической значимости был принят за 5%, мощность критерия равнялась 0,8, что указало на необходимый объем выборки не менее 39 пациентов (ES=0,46) (рис. 23). Количество выпавших из исследования больных при повторном обследовании (ошибка истощения dropout) составила 5%.

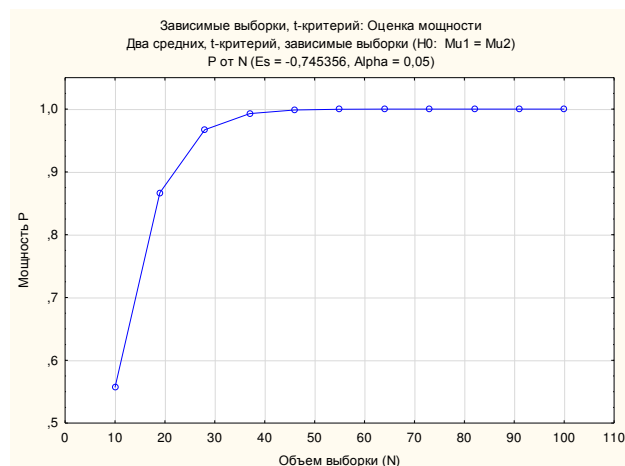


Рисунок 23 – Анализ объема выборки для сравнения эффективности реабилитации (Т-критерий повторных изменений)

Оценку значимости полученных изменений в третьей группе выполняли с помощью расчета d-критерия Кохена (ES, effects size) по формуле $ES = (X_2 - X_1) / SD_{общее}$. Простые парные сравнения выполнялись с помощью критериев Стьюдента (Т-критерий) и Манн-Уитни (U-критерий), критериев повторных измерений Вилкинсона и Стьюдента, множественного сравнения – с помощью критерия Тьюки. Статистически значимым принимался результат, если вероятность отвергнуть нулевую гипотезу (H_0) об отсутствии различий не превышала 5% ($p < 0,05$).

ГЛАВА 3. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ТЕТРАПЛЕГИЕЙ

3.1. Клиническая характеристика пациентов

Был изучен анамнез 217 пациентов с цервикальной тетраплегией C₄-D₁, в ходе его анализа у пациентов были обнаружены следующие осложнения: гетеротопические оссификаты тазобедренных суставов у 15 (7%) пациентов, пролежни области крестца, седалищного бугра, пяточной области у 16 (7%) пациентов, перенесенный остеомиелит седалищного бугра или большого вертела у 3 (1,5%) пациентов, выраженный нейропатический болевой синдром (ВАШ более 5-6 баллов) у 4 (2%) пациентов, выраженный мышечный гипертонус нижних конечностей (более 2 баллов MAS) у 14 (6%) пациентов, грубые контрактуры в суставах нижних конечностей (ограничение сгибания в коленных, тазобедренных суставах более 70 гр.), фиксированные выраженные контрактуры пальцев кистей (пястно-фаланговых, межфаланговых), лучезапястного сустава (ограничение сгибания или разгибания 30 гр. и более) у 63 (29%) пациентов, эпицистостома мочевого пузыря у 2 (1%) пациентов, ожирение (ИМТ>30 ед.) у 5 (2%) пациентов. у 19 (9%) пациентов. Синдром Броун-Секара был у 4 (2%) пациентов, болезнь Бехтерева в третьей стадии (выраженное ограничение мобильности позвоночника) – у 2 (1%) пациентов. Операция сухожильно-мышечного трансфера на верхних конечностях была выполнена у 2 (1%) пациентов, у 6 (3%) пациентов выполнялось нейрохирургическое дренирование интрамедуллярной посттравматической кисты на шейном уровне.

3.1.1. Результаты функционального обследования пациентов

Исходя из минимальной полноты необходимых результатов обследования (наличие СЭНМГ-обследования) для выполнения в дальнейшем полноценного классификационного анализа методом поперечных срезов была сформирована основная «модель», в которую вошло 190 (88%) пациентов. По двигательному уровню (ДУ) пациенты в ней были распределены следующим образом: C₄ – 14 (7%), C₅ – 36 (19%), C₆ – 67 (35%), C₇ – 50 (26%), C₈ – 16 (9%), D₁ – 7 (4%); по полноте повреждения: тип А был у 118 (62%) пациентов, тип В – у 16, тип С – у 44, тип D – у 11, тип Е – у 1 пациента.

Следует отметить, что у пациентов с тетраплегией ДУ зачастую отличался между правой и левой верхними конечностями (унилатеральный ДУ) и, соответственно, от используемого в стандарте ASIA двухстороннего ДУ, который нами использовался для классификации

пациентов. Ввиду этого зачастую возникает несоответствие между диагностируемым по стандарту ASIA ДУ и фактическим ДУ, так в нашем случае 69 (36%) пациентов имели ассиметричный ДУ. Также обращало на себя внимание более высокая доля пациентов с максимальным (каудальным) односторонним ДУ на уровне C₈, D₁, уменьшение этой доли у пациентов с ДУ C₄, C₅, C₇ и равная доля с ДУ C₆ относительно двухстороннего ДУ, что указывает на возможность функциональной неоднородности пациентов в рамках одного ДУ с позиций особенностей применяемого стандарта ISNCSCI классификации ASIA (табл. 10).

Таблица 10 – Различия в двигательном уровне между половинами тела

ДУ	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	D ₁
Двусторонний	14	36	67	50	16	7
Максимальный	5	20	70	37	32	36
Слева	9	21	74	42	27	17
Справа	8	32	66	43	24	17
Ассиметричный	8 (57%)	19 (53%)	14 (21%)	18 (36%)	10 (63%)	0

Так, по унилатеральному двигательному уровню были обнаружены следующие различия между правой и левой сторонами тела: слева ДУ C₄ – у 9, C₅ – у 21, C₆ – у 74, C₇ – у 42, C₈ – у 27, D₁ – у 17 (критерий Холмогорова Смирнова $d=0,22181$, $p<0,01$); справа ДУ: C₄ – у 8, C₅ – у 32, C₆ – у 66, C₇ – у 43, C₈ – у 24, D₁ – у 17 (критерий Холмогорова Смирнова $d=0,20837$, $p<0,01$), при этом статистически значимые различия между группами были обнаружены только по ДУ C₅ ($\chi^2=103,0$; $p=0,00$), что указывает на функциональную неоднородность пациентов с ДУ C₅.

Односторонний ДУ не совпадал с двусторонним у 8 пациентов с C₄, у 19 пациентов с C₅, у 14 пациентов с C₆, у 18 пациентов с C₇, у 10 пациентов с C₈, что указывает на большую межконечностную вариабельность пациентов с ДУ C₄, C₅, C₈ и более выраженную симметрию между верхними конечностями при ДУ C₆, C₇. При этом асимметрия ДУ между правой и левой сторонами тела в два сегмента спинного мозга была у 11, в три сегмента – у 3, в 4 сегмента – у 1 пациента. Это, безусловно, может объяснить относительно высокие функциональные возможности пациентов с высоким ДУ за счет асимметричности ДУ. Пациенты с ассиметричным ДУ имели FIM_m $37\pm10,8$ баллов, а у пациентов симметричный ДУ FIM_m был равен $34\pm10,3$ баллов ($p=0,00$).

Основные клинико-функциональные характеристики пациентов ($n=190$) в начале периода ретроспективного наблюдения (T₁) представлены в таблице (табл. 11), из которой видна пропорциональность между двигательным уровнем (ДУ), полнотой повреждения (ПП) и

функцией верхней конечности (VLT), общей функциональной независимостью (FIM_m). Суммарный двигательный счет ASIA (ASIA_{общий}) составил 33±10,4 балла, двигательный счет для верхней конечности (ASIA_{рука}) – 25±7,5 баллов, двигательный уровень – 6 (5,0; 7,0) сегмент спинного мозга (порядковые данные, но для описания будет использоваться Mn±sd), функциональное состояние по шкале FIM_m – 35±10,6 баллов, по шкале VLT – 30±10,8 баллов.

Таблица 11 – Характеристики пациентов по клинико-функциональному признаку до курса реабилитации (Т₁)

Неврологический статус	Количество пациентов	Шкала FIM _m	Шкала VLT
C ₄ ДУ	14 (7%)	23,1±7,75	14,4±6,83
C ₅ ДУ	36 (19%)	23,6±8,10	14,2±5,21
C ₆ ДУ	67 (36%)	30,3±10,42	18,5±5,65
C ₇ ДУ	50 (26%)	46,7±15,2	40,2±18,79
C ₈ ДУ	16 (8%)	53,0±12,24	58,8±12,95
D ₁ ДУ	7 (4%)	56,1±9,26	85,3±8,49
А тип	118 (62%)	29,4±6,89	17,9±5,04
В тип	16 (9%)	40,3±12,24	39,0±18,21
С тип	44 (23%)	44,4±10,24	44,2±12,73
Д тип	11 (6%)	29,9±12,7	69,1±12,58
Е тип	1 (1%)	64,0	63,0
Итого:	190 (100%)	35±10,6	30±10,8

Среди пациентов была определена зависимость функционального статуса (VLT и FIM_m) от двигательного уровня и полноты повреждения спинного мозга (см. рис. 23). Степень функциональной независимости возрастала при опускании двигательного уровня каудально и при уменьшении степени полноты повреждения спинного мозга (рис. 24). Нужно обратить внимание, что среди 17 пациентов, имевших значение по шкале FIM_m менее 20 баллов (менее 25% по МКФ), полное повреждение (тип А) было у 14 пациентов, неполное (тип С) – у 3 пациентов, с ДУ С₄ было 8, С₅ – 7, С₆ – 2 пациента, что подчеркивает зависимость низких двигательных потенции в первую очередь от уровня повреждения спинного мозга, а не от полноты его повреждения. Обращало на себя внимание наличие среди этой функционально «неблагополучной» группы пациентов с неполным двигательным повреждением (тип С), детальный анализ этих пациентов указывал на наличие у них высокого уровня повреждения,

ассоциированного с высоким уровнем спастичности, наличием спинальных мышечных спазмов в мышцах туловища и конечностей.

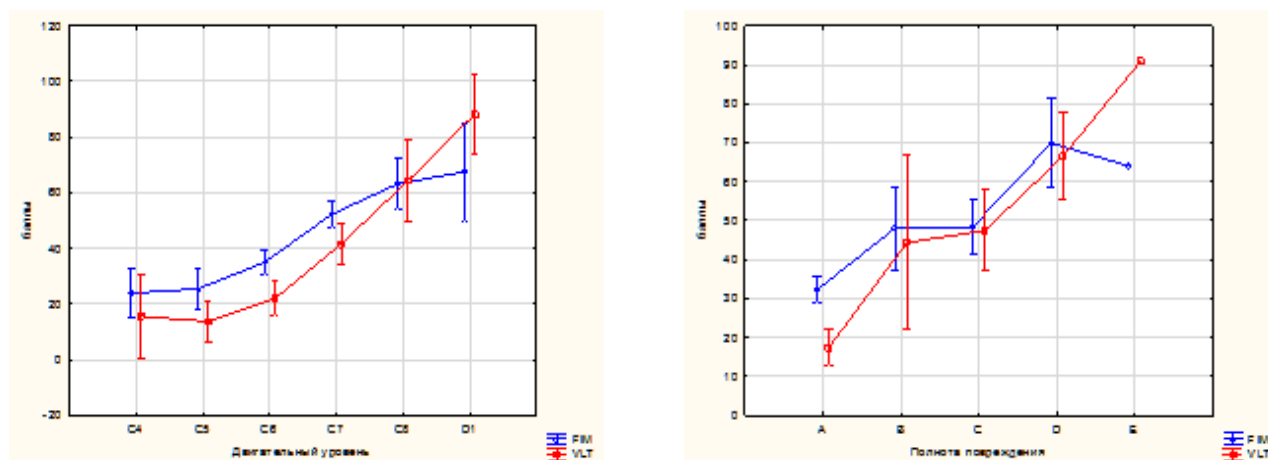


Рисунок 24 – Зависимость функционального статуса от неврологических параметров ($M \pm 95\% CI$)

Пациенты с типом повреждения А имели ДУ $6,1 \pm 1,02$; типом В – ДУ $7,1 \pm 1,43$; типом С – ДУ $5,9 \pm 1,33$; типом D – ДУ $7,0 \pm 1,34$; типом E – ДУ 7 ($n=1$), многофакторный дисперсионный анализ для шкал VLT ($F=1,55$; $p=0,11$) и FIM_m ($F=1,47$; $p=0,13$) пересечение эффектов ДУ и ПП не подтвердил. При построении корреляционной матрицы была показана умеренная и сильная степень корреляции между переменными, характеризующими степень неврологического дефицита, и уровнем независимости в базовых и комплексных навыках рутинной жизнедеятельности (табл. 12).

Таблица 12 – Корреляционная матрица клинико-функциональных показателей (коэффициенты корреляции)*

Функциональные шкалы	AIS	ДУ (двух сторонний)	ДУ справа	ДУ слева	ДУ наилучший	Счет ASIA общий	Счет ASIA _{рука}
FIM_m	0,52	0,64	0,65	0,70	0,71	0,77	0,79
VLT	0,50	0,63	0,71	0,73	0,74	0,75	0,80

Примечание: *ДУ – двигательный уровень, AIS – полнота повреждения спинного мозга, ASIA_{рука} – двигательный счет верхней конечности по ASIA, FIM_m – двигательная субшкала FIM; $p < 0,05$.

Двигательный уровень (ДУ) имел умеренную положительную корреляцию с двигательным счетом по шкале ASIA_{рука} ($r=0,68$). Обращало на себя внимание наличие слабой корреляционной связи между возрастом и шкалами VLT (0,25) и FIM_m (0,22). Двигательный уровень ($r=0,64$ и 0,63) и полнота (тип) повреждения ($r=0,52$ и 0,50) спинного мозга имели умеренную корреляцию со шкалами FIM_m и VLT соответственно. Высокая степень корреляции

функциональных шкал была отмечена у наилучшего одностороннего ДУ ($r=0,71$ и $0,74$), общего двигательного счета ASIA ($r=0,77$ и $0,75$), а наивысшая – для отдельного двигательного счета для верхних конечностей ($r=0,79$ и $0,80$) для шкал FIM_m и VLT соответственно (см. табл. 14).

Множественный регрессионный анализ показал зависимость между VLT и ASIA_{рука} ($p=0,00$), двигательным уровнем ($p=0,02$), полнотой повреждения спинного мозга ($p=0,00$); коэффициент множественной корреляции $R=0,83$; коэффициент детерминации $R_2=0,69$. Таким образом, уравнение регрессии объясняло 69% вариаций. Анализ остатков показал нормальное распределение (критерий Колмогорова-Смирнова ($d=0,073$; $p>0,2$)). Аналогичные результаты были получены для FIM_m: коэффициент множественной корреляции $R=0,85$, коэффициент детерминации $R_2=0,72$, что объясняет 72% вариаций. Анализ остатков также показал нормальное распределение ($d=0,069$, $p>0,20$) (рис. 25). Полученные результаты показывают, что ведущими детерминантами функционального состояния являются параметры неврологического статуса пациентов.

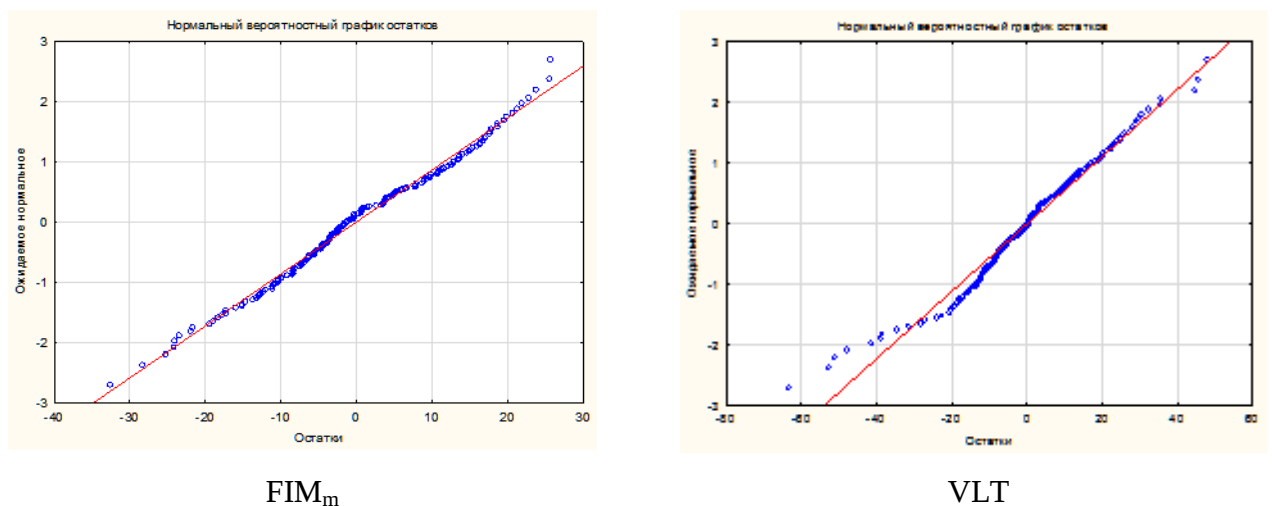


Рисунок 25 – Распределение остатков при регрессионном анализе зависимости функционального статуса от неврологического статуса пациентов

3.1.2. Валидность и надежность используемой клинической системы оценки функционального состояния пациентов

Для уточнения надежности предлагаемых к применению в клинической практике функциональных шкал нами была изучена их внутренняя согласованность с помощью коэффициента α -Кронбаха. Батарея тестов FIM_m-VLT показала α -Кронбаха, равную 0,87, при сочетании тестов указанных шкал с оценкой уровня и глубины повреждения спинного мозга классификатора ASIA (FIM_m-VLT-AIS) было отмечено снижение значения α -Кронбаха до 0,67, что ниже значимого уровня в 0,70. В то же время их сочетание с двигательным уровнем

классификатора ASIA (FIM_m-VLT-ДУ) оставляло значение α -Кронбаха ниже значимого уровня (0,68); при их сочетании с двигательным счетом по ASIA для верхней конечности (FIM_m-VLT-ASIA_{рука}) было отмечено значимое повышение значения α -Кронбаха до уровня 0,87, что соответствует хорошей внутренней надежности (согласованность) ($>0,80$) и позволяет рекомендовать совместное применение функциональных шкал FIM_m, VLT в сочетании со счетом ASIA для верхней конечности при оценке функционального состояния пациентов с цервикальной тетраплегией.

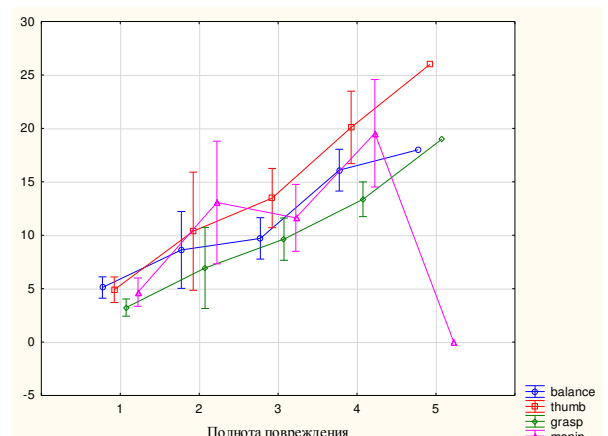
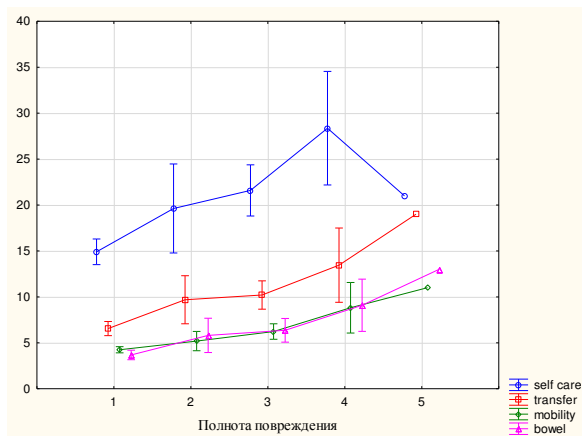
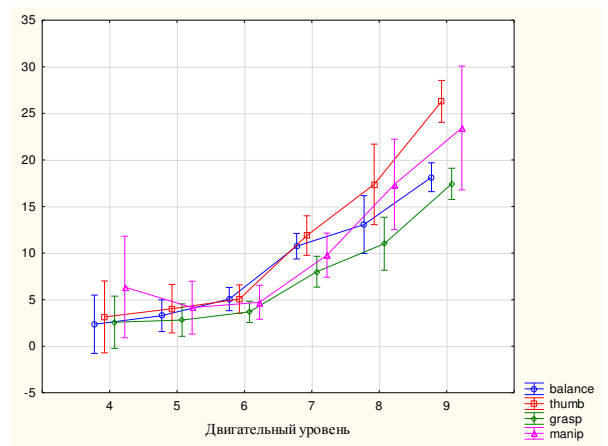
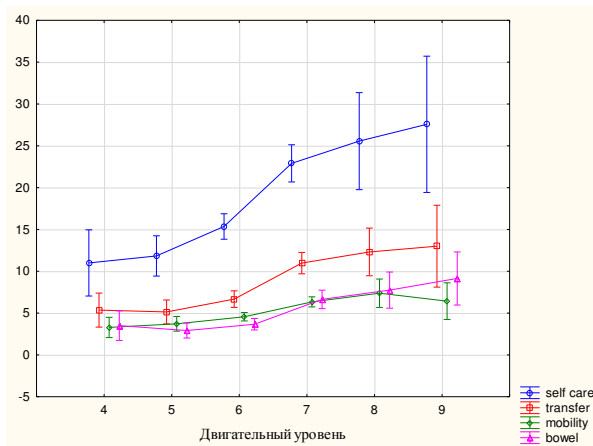
Для оценки надежности и воспроизводимости использованных шкал было отобрано 68 историй болезни, в которых функциональный статус пациентов оценивался одновременно врачом по ЛФК и инструктором по ЛФК или специалистом по эрготерапии в течение дня либо одним специалистом по реабилитации повторно в течение двух-трех дней. Межоченочная воспроизводимость составила для двигательного счета ASIA_{рука} $r=0,90$; для VLT – $r=0,81$, для FIM_m – $r=0,83$ (коэффициент Персона). Межтестовая воспроизводимость для двигательного счета ASIA_{рука} составила $r=0,99$; для шкалы VLT – $r=0,89$; для шкалы FIM_m – $r=0,92$, что совпадает с имеющимся литературными данными [225; 248].

3.1.3. Выделение клинико-реабилитационных групп

Для уточнения функциональных границ между группами в зависимости от двигательного уровня между доменами шкал FIM_m и VLT в начале реабилитации (T₁) применили множественное апостериорное сравнение, была обнаружена однородность между некоторыми смежными двигательными уровнями. Так, различий не было между ДУ С₄-С₅-С₆ против С₇, С₈, D₁ по доменам VLT «баланс» и «1 палец» (MS=25,4 и 48,6; $p=0,00$), что указывает на границу функциональной неоднородности по ДУ С₆-С₇. Также не были обнаружены статистически значимые различия между ДУ С₄-С₅-С₆-С₇ против С₈-D₁ по доменам «2-5 палец» и «манипуляция» (MS=66,2; 25,7; $p=0,00$), соответственно, граница по ДУ находится на уровне С₇-С₈. По доменам FIM_m не было различий между ДУ С₄-С₅-С₆ против С₇-С₈-D₁ по всем доменам («самообслуживание», «трансфер», «мобильность», «тазовые функции») (MS=10,6; 5,4; 18,7; 55,4; все домены $p=0,00$), что указывает на границу функциональной неоднородности по ДУ С₆-С₇ (критерий Тьюки для неравных групп).

При этом критерий Левена был статистически значимым для домена FIM_m «тазовые функции» (SS=75,4; $p=0,00$), статистически незначимым для доменов «трансфер» (SS=48,5; $p=0,26$), «самообслуживание» (SS=41,6; $p=0,28$), «мобильность» (SS=10,3; $p=0,52$), что указывало на однородность дисперсии в них. Для шкалы VLT критерий Левена достигал значимого уровня для двух доменов «1 палец» (SS=69; $p=0,03$) и был незначимым для доменов

«манипуляции» (SS=30; $p=0,11$), «2–5 пальцы» (SS=24; $p=0,15$), «баланс» (SS=19; $p=0,34$), что указывало на однородность дисперсии. На рисунке 26 показан многомерный дисперсионный анализ зависимости доменов функциональных шкал от двигательного уровня и полноты повреждения спинного мозга. Так, для шкалы FIM_m критерий Лямбда Уилкса составляет 0,38, F-критерий – 9,6 ($p=0,00$); для шкалы VLT критерий Лямбда Уилкса равен 0,67, F-критерий – 4,8 ($p=0,00$).

FIM_m

VLT

Домены FIM: self care – самообслуживание,
transfer – пересаживания, mobil –
перемещение, bowel – тазовые функции

Домены VLT: balance – равновесие,
thumb – 1 палец, hand – 2-5 палец,
manip – манипуляции

*Двигательный уровень (4-8 соответствуют ДУ C₄-C₈; 9 – ДУ D₁), AIS – полнота повреждения спинного мозга (ASIA impairment scale): 1 – тип A, 2 – тип B, 3 – тип C, 4 – тип D, 5 – тип E.

Рисунок 26 – Зависимость функционального статуса (FIM_m и VLT) от двигательного уровня и полноты повреждения в начале наблюдения (Mn±0,95% CI)

Сравнение между группами в зависимости от полноты повреждения (ПП) спинного мозга и доменов шкал FIM_m и VLT показало, что по всем доменам FIM_m при апостериорном сравнении имеются статистически значимые различия между типами A и B против C и D

(«тазовые функции» $MS=11,3$; «мобильность» $MS=5,1$; «самообслуживание» $MS=67,2$; «трансфер» $MS=21,4$, все домены $p=0,00$), при этом критерий Левена был достоверен только для домена «тазовые функции» ($SS=86,3$; $p=0,00$), а для доменов «самообслуживание» (эффект $SS=76$; $p=0,09$), «трансфер» (эффект $SS=53$; $p=0,11$), «мобильность» (эффект $SS=37,7$, $p=0,26$) данный критерий не достигал статистически значимого уровня, что подтверждало однородность дисперсии.

При аналогичном сравнении по доменам VLT «манипуляции» была выявлена следующая картина. По домену VLT «манипуляции» наблюдались различия между типом А и типами В, С, D ($MS=69,7$, $p=0,00$) по доменам «2–5 пальцы» и «1 палец» типы А и В отличаются от типов С и D ($MS=26,5$ и $56,8$ соответственно, $p=0,00$), в домене «баланс» имелись различия между группами пациентов типов А и В и типов С, D, между типом С и типом D ($MS=32,8$, $p=0,00$), при этом гомоскедастичность (однородность) дисперсии оценивалась с помощью критерия Левена, который был недостоверен для всех подгрупп ($SS=37$, $p=0,12$; $SS=32$, $p=0,14$; $SS=25$, $p=0,29$; $SS=14$, $p=0,54$ соответственно) (см. рис. 25).

Таким образом, пациентов с тетраплегией согласно критерию функционально-двигательного однородства можно разделить на четыре клинико-реабилитационные группы (КРГ): 1) пациенты с высоким уровнем повреждения C_4 – C_6 ; 2) пациенты с низким уровнем повреждения C_7 – D_1 ; 3) пациенты с полным двигательным повреждением (типы А, В); 4) пациенты с неполным двигательным повреждением (типы С, D).

3.2. Результаты нейромышечного и постурального обследования

3.2.1. Результаты СЭНМГ периферических нервов

При обследовании периферических нервов с помощью стимуляционной электронейромиографии было обследовано 305 срединных нервов, 155 локтевых нервов, 312 большеберцовых нервов, давность первичного обследования составила 3 (1,0;5,0) года после СМТ. При сравнительной оценке результаты по срединному нерву (305 нервов) М-ответ (МО) составил 4,1 (1,6; 6,1) мВ, скорость распространения возбуждения (СРВ) – 56 (51,0; 61,0) м/с. В группе сравнения МО – 11 (7,50; 16,40) мВ ($p=0,00$), СРВ – 59 (58,0; 62,0) м/с ($p=0,00$); по возрасту ($p=0,19$), полу ($p=0,17$) достоверные различия между группами не найдены. По большеберцовому нерву (312 нервов) амплитуда МО составила 4,3 (0,65; 7,95) мВ, СРВ – 43 (39,0; 48,0) м/с, в группе сравнения МО – 8,4 (6,4; 10,1) мВ ($p=0,00$), СРВ – 50 (47,0; 51,0) м/с ($p=0,00$), а по полу ($p=0,15$) и возрасту ($p=0,17$) значимых различий выявлено не было (критерий Манн-Уитни) (табл. 13). Локтевой нерв МО – 2,4 (0,60; 5,40) мВ, СРВ – 57 (50,0; 64,0) м/с – без группы сравнения.

Таблица 13 – Результаты сравнения СЭНМГ в основной и контрольной группах

Параметры СЭНМГ	Основная группа (n=190)	Группа сравнения (n=20)	P (U-критерий)
n. medianus (МО мВ)	4,1 (1,6; 6,1)	11 (7,50; 16,40)	0,00
n. medianus (СРВ м/с)	56 (51,0; 61,0)	59 (58,0; 62,0)	0,00
n. tibialis (МО мВ)	4,3 (0,65; 7,95)	8,4 (6,4; 10,1)	0,00
n. tibialis (СРВ м/с)	43 (39,0; 48,0)	50 (47,0; 51,0)	0,00

Полученные данные в основной группе являются пограничными, что может указывать на возможность развития вторичного аксонального обеднения в исследованных нервах в результате нейронального повреждения и требует дальнейшего детального изучения.

При анализе результатов СЭНМГ между правой и левой половинами тела по срединному нерву слева МО составил $4,0 \pm 2,91$ мВ, СРВ – $55,7 \pm 15,02$ м/с, справа МО составил $4,2 \pm 2,93$ мВ, СРВ – $54,7 \pm 15,14$ мВ, по локтевому нерву слева МО составил 2,7 (0,5; 5,6) мВ, СРВ – $53,7 \pm 18,14$ м/с, справа МО составил 2,1 (0,8; 5,4) мВ, СРВ – $54,6 \pm 17,47$ м/с, по большеберцовому нерву слева МО был 4,5 (0,5; 8,2) мВ, СРВ – $38,4 \pm 16,85$ м/с; справа МО – 4,1 (0,7; 7,7) мВ, СРВ $39,5 \pm 15,96$ м/с. При этом достоверные различия между правой и левой сторонами по МО, СРВ по указанным нервам обнаружены не были (табл. 14), хотя клиническая асимметрия по ДУ в нашем исследовании была представлена у трети пациентов (36%).

Таблица 14 – Сравнение результатов СЭНМГ между правой и левой сторонами тела

Нервы	МО, мВ	P*	СРВ, м/с	P **
n. medianus sin (160)	$4,0 \pm 2,91$ 4,0 (1,50; 6,05)	0,69	$55,7 \pm 15,02$	0,86
n. medianus dex (145)	$4,2 \pm 2,93$ 4,2 (1,90; 6,10)		$54,7 \pm 15,14$	
n. ulnaris sin (89)	2,7 (0,50; 5,60) $3,4 \pm 3,11$	0,73	$53,7 \pm 18,14$	0,96
n. ulnaris dex (66)	2,1 (0,80; 5,40) $3,1 \pm 2,82$		$54,6 \pm 17,47$	
n. tibialis sin (161)	4,5 (0,50; 8,20) $5,2 \pm 4,66$	0,71	$38,4 \pm 16,85$	0,69
n. tibialis dex (151)	4,1 (0,70; 7,70) $4,9 \pm 4,53$		$39,5 \pm 15,96$	

Примечание: * – U-критерий Манн-Уитни; ** – t-критерий для неравных несвязанных групп

Повторное обследование СЭНМГ (n=95 пациентов) выполнялось в срок 5 (3,0; 7,0) лет после СМТ, время, прошедшее между обследованиями, составило 1,9 (1,0; 4,0) года, при этом достоверные различия между нервами были обнаружены только по СРВ в левом локтевом нерве, изменения при повторном исследовании имели тенденцию в сторону увеличения МО и СРВ. Обращает на себя внимание значимое уменьшение количества повторных измерений (ошибка истощения), которое в среднем достигает 46% (36-49%), что снижает значимость полученных данных (табл. 15) (критерий Вилкинсона).

Таблица 15 – Результаты СЭНМГ исследования пациентов основной группы в динамике

Параметры		Первичное	n	Повторное	n	P
n. medianus sin	МО (мВ)	4,1 (1,5; 6,0)	160	4,0 (1,5; 6,0)	81 (51%)	0,50
	СРВ (м/с)	56 (51,0; 61,0)		57 (53,0; 62,0)		0,46
	группа*	4 (3,0; 4,0)		4 (3,0; 4,0)		0,85
n. medianus dex	МО (мВ)	4,2 (1,9; 6,10)	145	4,5 (2,10; 6,50)	78 (54%)	0,21
	СРВ (м/с)	55 (52,0; 60,0)		57 (52,0; 62,0)		0,66
	группа	4 (3,0; 4,0)		4 (3,0; 4,0)		0,15
n. ulnaris sis	МО (мВ)	2,7 (0,50; 5,60)	89	2,9 (1,2; 5,8)	51 (57%)	0,20
	СРВ (м/с)	57 (50,0; 64,0)		59 (54,0; 66,0)		0,01
	группа	3 (3,0; 4,0)		3 (3,0; 4,0)		0,11
n. ulnaris dex	МО (мВ)	2,2 (0,80; 5,40)	66	2,6 (0,9; 6,4)	42 (64%)	0,17
	СРВ (м/с)	57 (51,0; 64,0)		60 (52,0; 68,0)		0,45
	группа	3 (3,0; 4,0)		3 (3,0; 4,0)		0,59
n. tibialis sin	МО (мВ)	4,5 (0,50; 8,20)	161	4,8 (0,9; 8,3)	85 (53%)	0,27
	СРВ(м/с)	43 (38,0; 48,0)		44 (38,0; 47,0)		0,79
	группа	4 (3,0; 4,0)		4 (2,0; 4,0)		0,87
n. tibialis dex	МО (мВ)	4,1 (0,70; 7,70)	151	5 (0,7; 8,4)	83 (55%)	0,09
	СРВ (м/с)	43 (39,0; 48,0)		43 (40,0; 48,0)		0,82
	группа	3 (3,0; 4,0)		4 (3,0; 4,0)		0,15

Примечание: * – тип денервационных изменений по A. Curt, V. Dietz; 1998

При классификации полученных данных по степени выраженности денервационных изменений отсутствие признаков денервации (четвертый тип) наблюдалось у половины пациентов (50-56%) при обследовании срединных и большеберцовых нервов и у трети (35%)

при обследовании локтевых нервов, легкая степень денервации (третий тип) в среднем встречалась у трети пациентов (20-42%), умеренная степень (второй тип) – у 2-10%; а выраженная степень денервация (первый тип) наблюдалась у 13-18% (табл. 17). Таким образом, выраженные денервационные изменения в среднем были обнаружены в 15-24% (в среднем у 20%) наблюдений во всех исследованных нервах (табл. 16).

Таблица 16 – Выраженность денервационных изменений в периферических нервах [139]

Нервы	4-й тип	3-й тип	2-й тип	1-й тип
n. medianus sin (160)	83 (52%)	52 (33%)	4 (2%)	21 (13%)
n. medianus dex (145)	77 (53%)	46 (32%)	3 (2%)	19 (13%)
n. ulnaris sin (89)	31 (35%)	37 (41%)	7 (8%)	14 (16%)
n. ulnaris dex (66)	23 (35%)	28 (42%)	3 (5%)	12 (18%)
n. tibialis sin (161)	89 (56%)	32 (20%)	16 (10%)	23 (14%)
n. tibialis dex (151)	75 (50%)	42 (27%)	13 (9%)	21 (14%)

С целью выявления статистически значимых различий между правой и левой сторонами тела выполнялось построение таблиц сопряженности 2*2 (χ^2 -критерий) в наиболее ассиметричных точках, связанных с конкретным нервом и степенью его денервации. Так, по большеберцовым нервам межконечностная асимметрия была обнаружена в четвертом типе (6%, $p=0,32$); третьем типе (7%, $p=0,09$), по локтевым нервам – во втором типе денервации (3%, $p=0,40$), первом типе денервации (3%, $p=0,68$), по срединному нерву асимметрия составила 0-1%. Это указывает на то, что только в большеберцовых нервах асимметрия денервации приближается к статистически значимому порогу и только при третьем типе денервации.

Результаты СЭНМГ-обследования в зависимости от КРГ

При анализе данных пациентов с полным (типы А-В, $n=134$) и неполным (типы С-Д, $n=56$) двигательным повреждением были обнаружены межгрупповые различия по возрасту – 25 (20,0; 31,0) лет и 37 (25,5; 48,5) лет ($p=0,00$) соответственно, не было обнаружено достоверных различий по полу – 107/27 (мужчины/женщины) против 44/12 (χ^2 -критерий, $p=0,84$), давности повреждения – 4 (1,0; 8,0) и 3 (1,0; 9,0) года ($p=0,81$), двигательному уровню – 6 (5,0; 7,0) и 6 (5,0; 7,0) ($p=0,77$). При оценке состояния периферических нервов было обнаружено статистически значимое снижение амплитуды МО во всех исследованных нервах, а также снижение СРВ по большеберцовым нервам в подгруппе с полным двигательным

повреждением, что указывает на более выраженные денервационные изменения в группе с полным повреждением (табл. 17) (критерий Манна-Уитни).

Таблица 17 – Результаты СЭНМГ в зависимости от полноты повреждения спинного мозга

Нервы	Параметры	Полное (тип А-В)	п	Неполное (тип С-Д)	п	Р
n. medianus sin	МО (мВ)	3,5 (1,20; 5,60)	116	5,1 (3,15; 7,30)	44	0,00
	СРВ (м/с)	56 (51,00; 61,50)		56 (52,0; 60,5)		0,55
n. medianus dex.	МО (мВ)	3,5 (1,00; 5,40)	105	6,1 (3,70; 8,35)	40	0,00
	СРВ (м/с)	56 (51,00; 61,00)		55 (52,0; 60,0)		0,87
n. ulnaris sin	МО (мВ)	2,1 (0,20; 5,00)	66	5,2 (1,60; 7,80)	23	0,01
	СРВ (м/с)	57 (50,00; 64,00)		59 (52,0; 65,0)		0,44
n. ulnaris dex	МО (мВ)	1,5 (1,00; 3,80)	46	5,4 (2,20; 7,45)	20	0,00
	СРВ (м/с)	57 (49,00; 63,00)		60 (53,0; 67,0)		0,12
n. tibialis sin	МО (мВ)	3,3 (0,20; 7,30)	111	7,0 (3,60; 10,00)	50	0,00
	СРВ (м/с)	42 (37,00; 46,00)		45 (41,0; 50,0)		0,00
n. tibialis dex	МО (мВ)	2,5 (0,30; 7,20)	106	6,3 (3,80; 8,00)	45	0,00
	СРВ (м/с)	43 (38,00; 46,00)		45(42,0; 50,0)		0,02

При анализе различий между подгруппами с высоким (C₄-C₆, n=118) и низким (C₇-D₁, n=72) уровнем повреждения были обнаружены различия по возрасту – 26 (21,0; 34,0) и 30 (22,0; 44,0) лет (p=0,02) соответственно, не было обнаружено различий между подгруппами по полу – 97/21 (мужчины/женщины) против 54/18 (χ^2 -критерий, p=0,23), давности повреждения – 4 (1,0; 7,0) и 3 (1,0; 6,5) года (p=0,68). В группе C₄-C₆ (n=118) распределение по полноте повреждения было следующим: тип А – 81 (69%), тип В – 6 (5%), тип С – 27 (23%), тип D – 4 (3%) (среднее 1,61). А в группе C₇-D₁: тип А – 37 (52%), тип В – 10 (14%), тип С – 18 (25%), тип D – 7 (9%), тип Е – 1 (1%) (среднее 1,94) (p=0,02). При анализе результатов СЭНМГ были выявлены значимые различия только по амплитуде МО в обоих срединных нервах (табл. 18) (критерий Манна-Уитни).

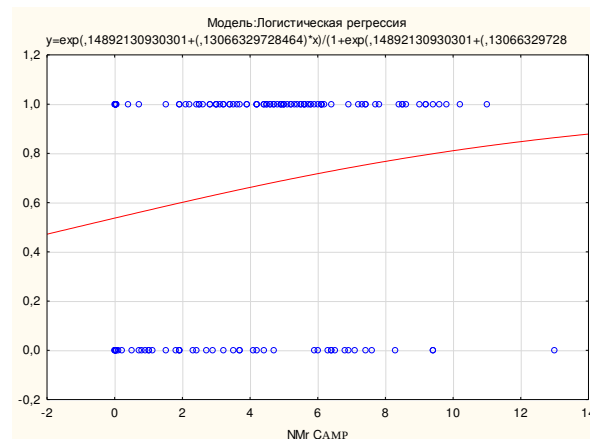
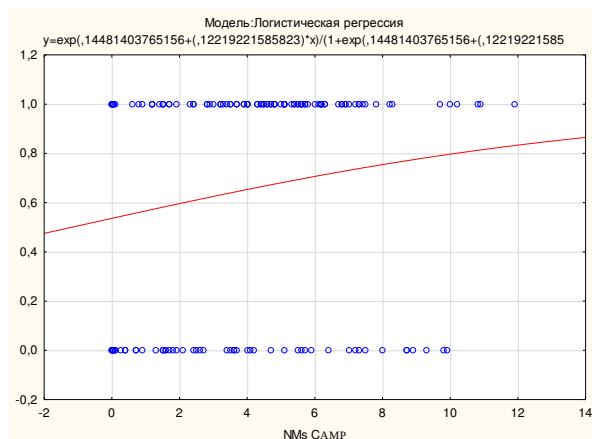
Таблица 18 – Результаты СЭНМГ в зависимости от уровня двигательного повреждения

Нервы	Параметры	C ₄ -C ₆	n	C ₇ -D ₁	n	P
n. medianus sin	МО (мВ)	4,6 (2,30; 6,20)	104	2,5 (0,55; 5,65)	56	0,03
	CPB(м/с)	55 (51,0; 61,5)		57 (51,0; 60,0)		0,97
n. medianus dex.	МО (мВ)	4,7 (2,80; 6,10)	96	2,7 (0,80; 6,30)	49	0,03
	CPB (м/с)	56 (52,0; 60,0)		55 (52,0; 61,0)		0,72
n. ulnaris sis	МО (мВ)	3,0 (1,30; 5,00)	49	1,8 (0,15; 7,20)	40	0,76
	CPB (м/с)	59 (54,0; 64,0)		54 (47,0; 63,5)		0,10
n. ulnaris dex	МО (мВ)	2,5 (1,10; 4,90)	39	2,0 (0,10; 5,80)	27	0,57
	CPB (м/с)	57 (51,0; 66,0)		58 (49,0; 63,0)		0,59
n. tibialis sin	МО (мВ)	4,3 (0,30; 8,60)	99	4,6 (1,40; 0,80)	62	0,64
	CPB (м/с)	42 (37,0; 48,0)		44 (40,0; 48,0)		0,35
n. tibialis dex	МО (мВ)	4,1 (0,70; 7,90)	95	4,0 (0,60; 7,70)	56	0,98
	CPB (м/с)	42 (39,0; 46,0)		44 (39,0; 48,5)		0,57

На рисунке 27 представлена модель логистической регрессии распределения амплитуды МО срединных нервов в зависимости от уровня повреждения спинного мозга. Учитывая, что различия между подгруппами по уровню повреждения могли быть обусловлены наличием между ними различий по полноте повреждения, мы выполнили анализ состояния периферических нервов отдельно в группе только с полным повреждением. В результате нами были подтверждены достоверно значимые различия только по амплитуде МО между срединными нервами в группе C₄-C₆ слева 4,5 (2,3; 6,0) мВ, справа 4,4 (2,6; 5,7) мВ и в группе C₇-D₁ слева 1,7 (0,1; 3,6) мВ (p=0,00), справа 1,1 (0,07; 2,55) мВ (p=0,00), – что позволило отвергнуть влияние различий по полноте повреждения спинного мозга между группами на достоверность полученных результатов.

При построении квадратичной корреляционной матрицы (критерий Спирмена) были выявлены слабые значимые корреляции (p<0,05) между амплитудой МО и двигательным

уровнем (C₄–C₆ против C₇–D₁), с одной стороны, и полнотой повреждения (A-B против C-D), с другой стороны. Корреляции между давностью спинномозговой травмы (СЭНМГ-обследования от срока СМТ) и амплитудой МО, величиной СРВ обнаружены не были. Обращают на себя внимание слабая отрицательная корреляция с ДУ и положительная корреляция с ПП.



n. medianus sinister (ось абсцисс – МО); n. medianus dexter (ось абсцисс – МО); $p=0,034$; $p=0,037$; $\chi^2=4,32$; отношение шансов – 4,28 $\chi^2=4,46$; отношение шансов – 5,46

0 – группа (ДУ C₄–C₆), 1 – группа (ДУ C₇–D₁)

Рисунок 27 – Диаграмма рассеяния зависимости амплитуды МО срединных нервов от уровня повреждения спинного мозга (ДУ C₄–C₆ и C₇–D₁)

При изучении степени выраженности денервационных изменений нами были обнаружены достоверные различия между всеми нервами в зависимости от полноты повреждения (типы A-B против типов C-D) и только между срединными нервами (слева $p=0,02$, справа $p=0,06$) в зависимости от уровня повреждения (ДУ C₄–C₆ против ДУ C₇–D₁) (табл. 19) (критерий Манна-Уитни).

Таблица 19 – Степень денервации в зависимости от неврологического уровня и полноты повреждения спинного мозга [139]

Группы	n. med.sin	n. med.dex	n. uln.sin	n. uln.dex	n. tib.sin	n. tib.dex
ПП A-B	3 (3,0; 4,0)	3 (3,0; 4,0)	3 (2,0; 4,0)	3 (2,0; 3,0)	3 (2,0; 4,0)	3 (2,0; 4,0)
ПП C-D	4 (3,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)
p	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
ДУ C ₄ –C ₆	4 (3,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)	3 (3,0; 4,0)	3 (3,0; 4,0)	4 (2,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)
ДУ C ₇ –D ₁	3 (3,0; 4,0)	3 (3,0; 4,0)	3 (2,0; 4,0)	3 (3,0; 4,0)	4 (3,0; 4,0)	3 (2,5; 4,0)
p	0,02	0,06	0,96	0,90	0,18	0,71

Таким образом, нами были обнаружены распространенные аксональные изменения во всех обследованных нервах, а у 20% пациентов имелись выраженные денервационные изменения (первый и второй тип). Аксональное обеднение (снижение амплитуды МО) по всем исследованным нервам было более выражено у пациентов с клинически полным повреждением спинного мозга, при этом в обоих большеберцовых нервах также отмечалось и снижение СРВ, что указывает на большую степень выраженности денервационных процессов в них. Значимое снижение амплитуды МО при стимуляции срединных нервов также было обнаружено в подгруппе с более низким повреждением спинного мозга (C₇-D₁). Это указывает на возможное предикторное значение выявленных денервационных изменений в отношении уровня функции верхних конечностей и/или степени функциональной независимости.

3.2.2. Оценка баланса у пациентов с тетраплегией в положении сидя

Поиск дополнительных предикторов функциональной независимости обратил наше внимание на функцию равновесия в положении сидя (динамический баланс туловища), которая оценивалась с помощью стандартных двигательных заданий домена «баланс» короткой версии теста Ван-Люшот (VLT), а именно функциональное вытягивание руки вперед и вверх по дуге. В исследование вошло 40 пациентов, возраст пациентов – 34 (22,0; 38,0) года, давность СМТ – 3 (1,1; 7,0) года, количество мужчин – 32 (80%) и, соответственно, женщин – 8 (20%). По уровню неврологического повреждения пациенты распределились с сегмента С₅ по С₈ спинного мозга (С₅ – 8; С₆ – 16; С₇ – 12, С₈ – 3, D₁ – 1); по типу повреждения – полное повреждение было у 26 пациентов (65%) (тип А), неполное – у 14 (35%) (типы В, С). Значение общего двигательного счета AISА в основной группе составило 22 (16,0; 34,0) балла, FIM_m – 42 (28,0; 58,0) балла.

Предварительный анализ данных был начат с построения корреляционной матрицы, в которую вошли навыки шкалы FIM_m, баланса туловища шкалы VLT, неврологический статус, положение таза. По шкале FIM_m домен «самообслуживание» составил 20 (14,0; 30,0) баллов, «тазовые функции» – 5 (3,0; 7,0) баллов, «трансфер» – 11 (8,0; 16,0) баллов, «мобильность» – 6 (5,0; 9,0) баллов. Динамический баланс туловища (шкала VLT) (две стороны суммарно): «движение по дуге» составило 5 (2,0; 8,0) баллов; «вытягивание вперед» – 6 (4,0; 10,0) баллов и был существенно снижен. При этом была обнаружена сильная корреляционная связь между балансом туловища и навыками самообслуживания, общим двигательным счетом по AISА, двигательным уровнем (ДУ) и слабая корреляционная связь с положением таза. Обращает на себя внимание и тот факт, что навыки функциональной независимости имели более сильную корреляцию с параметрами динамического баланса (дуга, вытягивание вперед), чем с

параметрами неврологического статуса (ДУ и ASIA_{счет}) или статического баланса туловища (положение таза) (критерий Спирмена) (табл. 20).

Таблица 20 – Корреляционная матрица динамического баланса и ряда параметров

Параметры	FIM _m «самообслуживание»	FIM _m «трансфер»	FIM _m «мобильность»	ASIA счет	ДУ	Положение таза
VLT-ричинг	0,76	0,77	0,71	0,62	0,64	0,34
VLT-дуга	0,65	0,64	0,63	0,54	0,55	0,28

При изучении особенностей изменения положения таза было отмечено, что в группе пациентов с тетраплегией угол наклона таза составил 100 (70,0; 120,0) гр., а в контрольной группе («здоровые») – 70 (59,0; 105,0) гр. ($p=0,03$). Обращает на себя внимание тот факт, что положение таза у 30 (75%) пациентов с тетраплегией было сгибательным (значение угла $\alpha > 90$ гр.), у остальных 10 пациентов – разгибательным (25%) (значение угла $\alpha \leq 90$ гр. и менее), при этом давность СМТ у пациентов со сгибательным положением таза была статистически значимо выше 3 (1,2; 4,5) лет, в сравнении с разгибательным положением таза – 1,5 (0,7; 3,0) года (критерий Манн-Уитни, $p=0,00$), что может указывать на развитие адаптационно-приспособительного механизма «сгибания таза», формирующегося по мере увеличения давности СМТ.

Поиск корреляции между положением таза (статический баланс) и неврологическим статусом (ДУ и ASIA двигательный счет) позволил обнаружить недостоверно слабые коэффициенты корреляции Спирмена ($r=0,34$ и $0,42$ соответственно), не было обнаружено значимой корреляции и между степенью функциональной независимости и положением таза, а вот между параметрами динамического баланса и положением таза уже была обнаружена легкая статистически значимая корреляционная связь ($r=0,34$ и $0,28$ соответственно). При этом двигательный счет ASIA и ДУ имеет меньшее предикативное значение в сравнении с параметрами шкалы FIM_m, что подчеркивает наличие общих функциональных механизмов адаптации или компенсации, малосвязанных с неврологическим статусом (рис. 28).

При построении модели множественной регрессии, где зависимые переменные – самообслуживание ($R=0,82$; $R_2=0,70$; $p=0,00$), трансфер ($R=0,77$; $R_2=0,61$; $p=0,00$), мобильность ($R=0,71$; $R_2=0,51$; $p=0,00$), а предикторами были домены шкалы VLT «дуга» и «вытягивание вперед» (динамический баланс), было показано, что параметры динамического баланса (VLT) имеют высокое влияние на домены функциональной независимости (FIM_m).

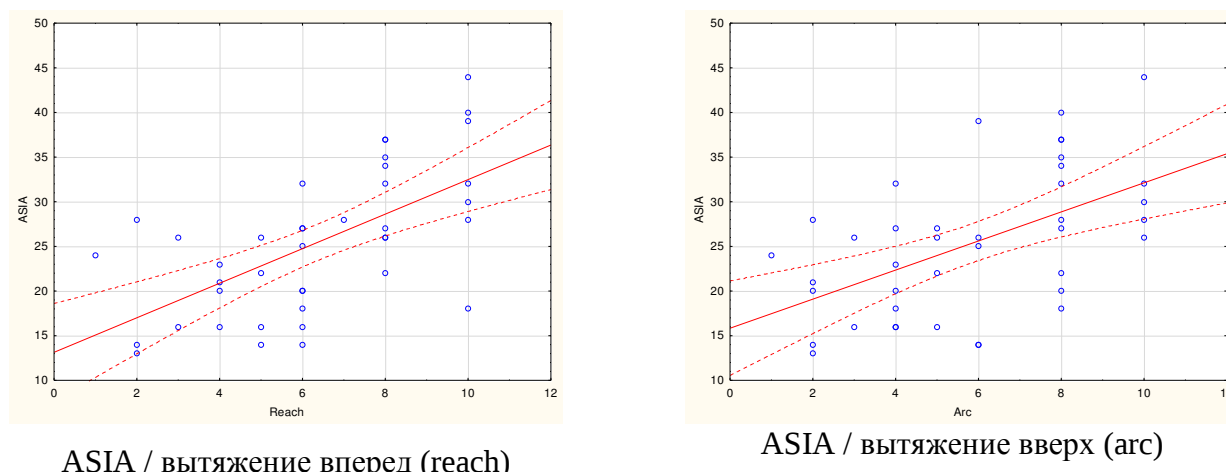


Рисунок 28 – Зависимость баланса туловища от двигательного счета ASIA

3.3. Дисфункция вегетативной нервной системы у пациентов с тетраплегией

3.3.1. Ортостатическая гипотензия

Для изучения ортостатической гипотензии выполнялось комплексное обследование, которое включало анализ вариабельности ритма сердца (BPC) в покое, пассивная ортостатическая проба (одномоментный тилт-тест), пробу с глубоким управляемым дыханием, опросник вегетативной дисфункции ADFSCI (раздел «ортостатическая гипотензия»). Всего было таким образом обследовано 80 пациентов, возраст которых составил 27 (22,0; 36,0) лет, давность СМТ – 2 (0,7; 5,0) года, уровень повреждения спинного мозга – сегменты C₅-C₈ спинного мозга, 12 (15%) пациентов женского пола. Диагноз ортостатическая гипотензия (ОГ) в результате кардиоваскулярного обследования был обнаружен почти у половины пациентов – 36 (45%), при этом у всех 20 пациентов с давностью СМТ менее 6 месяцев: среди них было 3 женщины и 17 мужчин, их возраст составил 28 (22,0; 34,0) лет, только у 1 пациента имелось неполное повреждение спинного мозга – имелись разной степени выраженности субъективные проявления ОГ в дневное время, соответственно, у 16 (80%) пациентов была верифицирована ОГ.

В подгруппу с давностью СМТ более 6 месяцев (n=60) вошло 9 женщин и 51 мужчина, возраст которых составил – 32 (24,0; 41,0) года, давность СМТ – 3,5 (2,0; 5,0) года, неполное повреждение спинного мозга было у 19 пациентов. У 20 (33%) пациентов с давностью СМТ более 6 месяцев имелась ОГ, что позволило нам выделить их в отдельную подгруппу пациентов с ОГ (n=20), их уровень повреждения спинного мозга составил C₅-C₈-сегменты, у всех пациентов было полное повреждение спинного мозга (тип А), 4 пациентки женского пола, медиана возраста составила 27 (23,0; 32,0) лет.

В контрольную группу по ВРС в покое вошло 20 относительно здоровых испытуемых, статистически значимых различий по половому (критерий χ^2 Персона) и возрастному признаку (критерия Манн-Уитни) между этими группами обнаружено не было ($p>0,05$). Статистически значимых различий по количеству пациентов с неполным повреждением спинного мозга (критерий χ^2 Персона), возрасту (критерий Манн-Уитни) между подгруппами с ОГ в зависимости от давности СМТ обнаружено не было ($p>0,05$).

Как было отмечено у 16 (80%) пациентов с тетраплегией в период 3-6 месяцев после СМТ была обнаружена ортостатическая гипотензия на первых минутах пассивной ортостатической пробы (ПОП), что не позволило продолжить обследование и выполнить запись ВРС при ортонагрузке (ПОП) и дать оценку параметрам соответствующего вегетативного обеспечения. При сравнении состояния ВНС пациентов с тетраплегией и контрольной группой (табл. 21) у пациентов после СМТ имелась артериальная гипотония (систолическое артериальное давление (САД) составляло 90 (80,0; 100,0) мм рт. ст.), брадипное (частота дыхательных движений 12 (10,0; 15,0) в мин.), отмечалось снижение нормализованного симпато-вагального индекса (LF_n/HF_n) – 0,35 (0,260; 0,650) против – 1,3 (0,72; 1,59) ед., экспираторно-инспираторного индекса (RR_{max}/RR_{min}) – 1,09 (1,04; 1,20) против – 1,36 (1,26; 1,52) контрольной группы, повышение доли низкочастотной составляющей ВРС (VLF%) – 37% (18,0; 56,2) против 26% (22,0; 32,0). контрольной группы соответственно (табл. 22).

Таблица 21 – Состояние ВНС у пациентов с давностью ПСМ менее 6 месяцев в покое

Параметры	СМТ менее 6 мес. (n=20)	Контроль (n=20)	P
¹ САД (мм рт. ст.)	90 (80,0; 100,0)	106,0 (98,0; 112,0)	0,00
² ЧСС (уд./мин)	69 (63,0; 78,0)	72,0 (67,0; 78,0)	0,00
³ ЧДД (уд./мин)	12 (10,0; 15,0)	17 (15,0; 19,0)	0,00
⁴ TPa (мс ²)	2616 (1842,0; 4631,0)	2377 (1732,0; 5162,0)	0,34
⁵ LF_n/HF_n (ед.)	0,35 (0,260; 0,650)	1,3 (0,72; 1,59)	0,00
⁶ VLF (%)	37 (18,0; 56,2)	26 (22,0; 32,0)	0,00
⁷ RR_{max}/RR_{min} (ед.)	1,09 (1,040; 1,200)	1,36 (1,26; 1,52)	0,00

Примечание: 1 – систолическое АД в покое; 2 – частота сердечных сокращений; 3 – частота дыхательных движений; 4 – общая мощность ВРС; 5 – нормализованный симпато-вагальный индекс в покое; 6 – доля очень низкочастотных колебаний ВРС в покое; 7 – экспираторно-инспираторный коэффициент; P – критерий Манн-Уитни.

В группе пациентов давностью СМТ более 6 месяцев (n=60) у 20 (33%) пациентов, имеющих ортостатическую гипотензию, определялись более выраженные субъективные проявления ОГ, исходя из опросника ADFSCI (раздел ОГ) 19 (13,0; 43,0) против 10 (4,0; 18,0) баллов, относительно более низкие значения нормализованного симпато-вагального индекса в покое (0,6 (0,36; 0,83) и 0,8 (0,47; 1,20) соответственно), экспираторно-инспираторного коэффициента (1,15 (1,10; 1,19) и 1,18 (1,14; 1,30) соответственно), более низкий уровень вегетативного обеспечения ортостатической нагрузки при более низком уровне симпатической реактивности (падение САД в ПОП 40 (32,0; 50,0) и 10 (0,0; 26,0) мм рт. ст. соответственно) в сравнении с пациентками без ОГ. Обращает на себя внимание отсутствие различий между этими группами по ЧДД и ЧСС, доле низкочастотной составляющей ВРС, САД в покое, имеются значимые различия при ортостатической нагрузке: так, группа с ОГ показывает меньшее значение симпато-вагального индекса (1,9 (0,93; 2,61) против 3,3 (2,21; 5,42) ед.) и более высокое – доля низкочастотной составляющей (VLF%) ВРС (86,0% (81,30; 88,10) против 67,5% (56,20; 76,20) соответственно) (табл. 22).

Таблица 22 – Состояние ВНС у пациентов с давностью СМТ более 6 месяцев

Параметры	Пациенты с ОГ (n=20)	Пациенты без ОГ (n=40)	P
В покое			
Опросник ADFSCI (раздел ОГ) (баллы)	19 (13,0; 43,0)	10 (4,0 18,0)	0,00
¹ TP _a (мс ²)	2 015 (1426,0; 4027,0)	3 253 (1858,0; 4325,0)	0,00
² LF _n /HF _n (ед.)	0,6 (0,36; 0,83)	0,8 (0,47; 1,20)	0,02
³ VLF (%)	25,1 (17,60; 46,80)	28,3 (16,90; 35,30)	0,12
⁴ ЧДД (уд./мин)	12 (11,0; 15,0)	14 (10,0; 16,0)	0,35
⁵ RR _{max} /RR _{min} (ед.)	1,15 (1,10; 1,19)	1,18 (1,14; 1,28)	0,02
⁶ САД (мм рт. ст.)	96 (90,0; 108,0)	100 (90,0; 100,0)	0,09
⁷ ЧСС (уд./мин.)	57 (54,0; 62,0)	57 (52,0; 60,0)	0,52
Пассивная ортостатическая проба (ПОП)			
Шкала PPS (баллы)	2 (1,0; 3,0)	1 (0,0; 2,0)	0,00
⁸ Падение САД (мм рт. ст.)	40 (32,0; 50,0)	10 (0,0; 26,0)	0,00
⁶ САД (мм рт. ст.)	60 (50,0; 70,0)	90 (80,0; 100,0)	0,00
¹ TP _a (мс ²)	5 700 (3954,0; 8569,0)	6 804 (2685,0; 9267,0)	0,45
³ VLF (%)	86,0 (81,30; 88,10)	67,5 (56,20; 76,20)	0,00
² LF _n /HF _n (ед.)	1,9 (0,93; 2,61)	3,3 (2,21; 5,42)	0,00

Примечание: 1 – общая мощность ВРС; 2 – нормализованный симпато-вагальный индекс; 3 – доля очень низкочастотных колебаний ВРС; 4 – частота дыхательных движений; 5 – экспираторно-инспираторный коэффициент; 6 – систолическое АС; 7 – частота сердечных сокращений; 8 – снижение систолического АД на 3-й минуте ПОП; p – критерий Манн-Уитни.

Данные результаты позволяют сделать вывод о том, что механизмы, определяющие увеличение вегетативного обеспечения ортостатической нагрузки в подгруппе пациентов с ОГ, являются одновременно и вагальными, и гуморально-метаболическими.

При сравнениях субъективных проявлений ОГ в зависимости от давности СМТ больше, чем у половины пациентов в обеих группах отмечалось наличие головокружения и утомляемости, при этом статистически значимые различия были только между такими симптомами, как утомляемость и никтурия (более выраженный диурез в ночное время) (см. табл. 23). Ортостатические обмороки (синкопы) в анамнезе были у 5 пациентов из подгруппы с давностью ПСМ более 6 месяцев и у 12 пациентов из подгруппы с давностью СМТ менее 6 месяцев, что подчеркивает связь между тяжестью течения ОГ и давностью после СМТ.

Таблица 23 – Сравнение субъективных проявлений ОГ в зависимости от давности СМТ

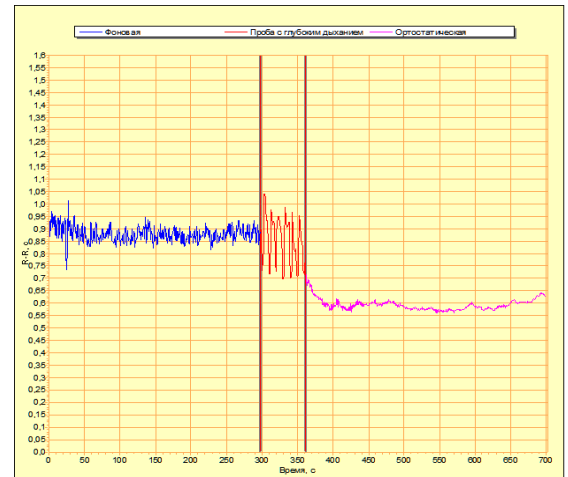
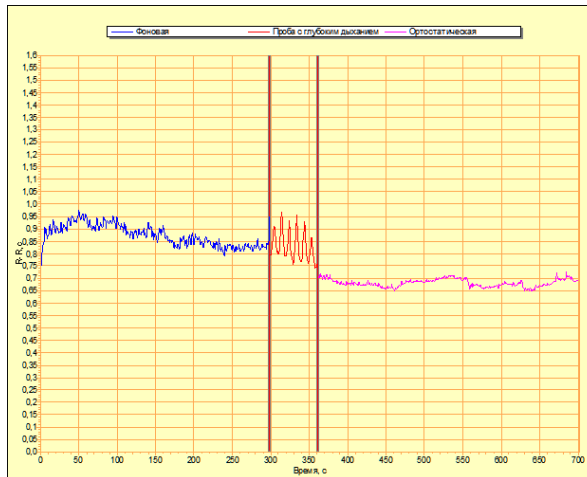
Симптомы	ПСМ < 6 месяцев (n=20)	ПСМ >6 месяцев (n=60)	p (χ^2-критерий)
Головокружение	13 (65%)	33 (55%)	0,43
Тошнота, рвота	7 (35%)	15 (25%)	0,38
Транзиторное снижение слуха зрения	6 (30%)	9 (15%)	0,13
Утомляемость	16 (80%)	30 (50%)	0,02
Никтурия	12 (60%)	15 (25%)	0,00
Синкопы	12 (60%)	5 (8%)	0,00

При оценке состояния ВНС у пациентов с ОГ в зависимости от давности СМТ наблюдается отсутствие существенных различий ВРС в покое и ПОП, за исключением менее выраженной артериальной гипотензии в группе с давностью СМТ более 6 месяцев. Обращает на себя внимание тот факт, что субъективные проявления ОГ более выражены у пациентов с давностью менее 6 месяцев: опросник ADFSCI равен 24 (15,0; 48,0) баллам против 19 (13,0; 43,0) баллов у пациентов с давностью более 12 месяцев (табл. 24). Можно предположить наличие незавершенных процессов посттравматической адаптации системы ауторегуляции мозгового кровообращения у группы пациентов с давностью СМТ менее 6 месяцев.

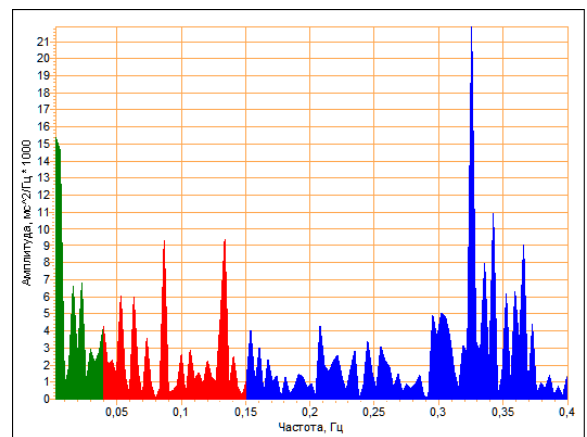
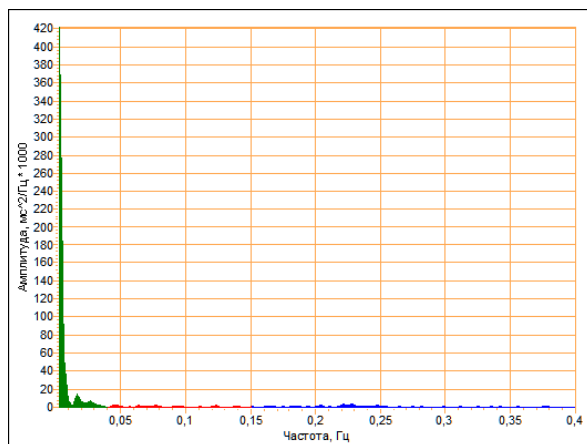
Таблица 24 – Изменение состояния ВНС во времени у пациентов с ОГ

Показатели*	<6 месяцев (n=16)	≥6 месяцев (n=20)	P
В покое			
Опросник ADFSCI (раздел ОГ) (баллы)	24 (15,0; 48,0)	19 (13,0; 43,0)	0,00
¹ TP _a (мс ²)	3 128 (2285,0; 4801,0)	2 969 (1959,0; 4053,0)	0,43
² LF _n /HF _n	0,58 (0,480; 1,660)	0,61 (0,410; 1,130)	0,56
³ VLF (%)	27,5 (21,1; 41,1)	25,1 (18,3; 44,2)	0,37
⁴ ЧДД (уд./мин)	12 (8,0; 16,0)	12 (9,0; 16,0)	0,88
⁵ RR _{max} /RR _{min}	1,16 (1,120; 1,24)	1,15 (1,10; 1,19)	0,79
⁶ САД покоя (мм рт. ст.)	90 (81,0; 121,0)	96 (89,0; 109)	0,01
⁷ ЧСС (уд./мин)	58 (55,0; 63,0)	59 (56,0; 64,0)	0,66
Ортостатическая пассивная проба (ПОП)			
Шкала PPS (баллы)	2 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 3,0)	0,43
⁸ Падение САД (мм рт. ст.)	38 (30,0; 48,0)	39 (31,0; 49,0)	0,66
⁶ САД (мм рт. ст.)	58 (50,0; 68,0)	60 (51,0; 70,0)	0,73
¹ TP _a (мс ²)	5 610 (3865,0; 7880,0)	5 660 (3890,0; 8275,0)	0,48
³ VLF (%)	82 (77,2; 86,7)	84 (79,4; 87,40)	0,72
² LF _n /HF _n (ед.)	3,2 (2,21; 4,72)	3,3 (2,26; 4,82)	0,66
* См. обозначения в табл. 22.			

На рисунке 29 представлены ритмограммы ВРС покоя, дыхательная проба, ВРС в ортонагрузке (ПОП) двух пациентов (ДУ С₅ ПП тип А – слева, возраст – 25 лет; ДУ С₇ ПП тип В – справа, возраст – 27 лет), показывающие различные типы адаптационно-приспособительных реакций в условиях ортостатического стресса (ПОП). В обоих случаях нормализованный симпато-вагальный индекс растёт (LF_n/HF_n): слева от 0,65 до 1,55 – почти в три раза, справа от 0,42 до 0,70 – почти в два раза. Отмечается падение общей мощности ВРС (TP_a): от 2 060 до 344 мс² – в шесть раз (пациент слева), от 1 036 до 931 мс² – на 10% (пациент справа). Доля низкочастотной компоненты (VLF%) практически не изменяется до – 86%, после – 88% (пациент слева), отмечается ее двухкратный рост в ортопробе (с 18,5% до 39,2%) (рис.29, пациент справа). Парасимпатическая активность, выраженная в экспираторно-инспираторном индексе (RR_{max}/RR_{min}), слева значительно снижена (1,19), а справа – практически близка к значениям здоровых испытуемых (1,36), в то время как давность СМТ у пациента справа составляет менее 6 месяцев. Учитывая, что наличие субъективных проявлений ОГ в ПОП отмечено у пациента слева, можно утверждать о дезадаптации его ВНС к ортостатическому стрессу или его избыточности. Одновременно возникает предположение о высоком предикативном значении степени выраженности синусовой аритмии и неполного поражения спинного мозга на степень ортостатической толерантности у пациентов с тетраплегией.

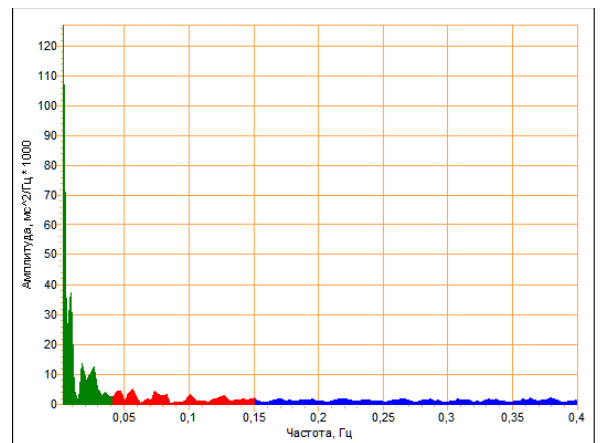
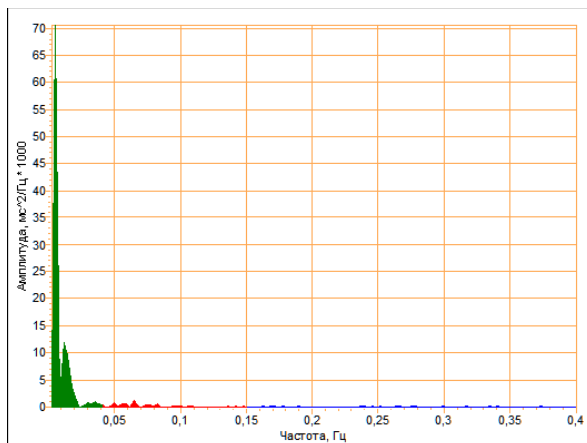


Ритмограмма проб: синим – ВРС в покое, красным – глубокое дыхание, малиновое – ортопроба



ВРС в покое (спектрограмма): $TP - 2\,060\text{ мс}^2$,
 $LF_n/HF_n - 0,65$; $VLF\% - 85,8$;
 $RR_{max}/RR_{min} - 1,19$

ВРС в покое (спектрограмма): $TP - 1\,036\text{ мс}^2$,
 $LF_n/HF_n - 0,42$; $VLF\% - 18,5$;
 $RR_{max}/RR_{min} - 1,36$



ВРС в ортопробе: $TP - 344\text{ мс}^2$, $LF_n/HF_n - 1,55$;
 $VLF\% - 88,2$

ВРС в ортопробе: $TP - 931\text{ мс}^2$; $LF_n/HF_n - 0,70$;
 $VLF\% - 39,2$

ВРС у пациента с ОГ и субъективными проявлениями (ДУ С₅, тип А, давность ПСМ 14 месяцев)

ВРС у пациента с ОГ без объективных проявлений (ДУ С₇, тип В, 4 месяца)

Рисунок 29 – Примеры ритмограмм ВРС пациентов с тетраплегией

3.3.2. Взаимосвязь вегетативной дисфункции (ОГ) и двигательных нарушений.

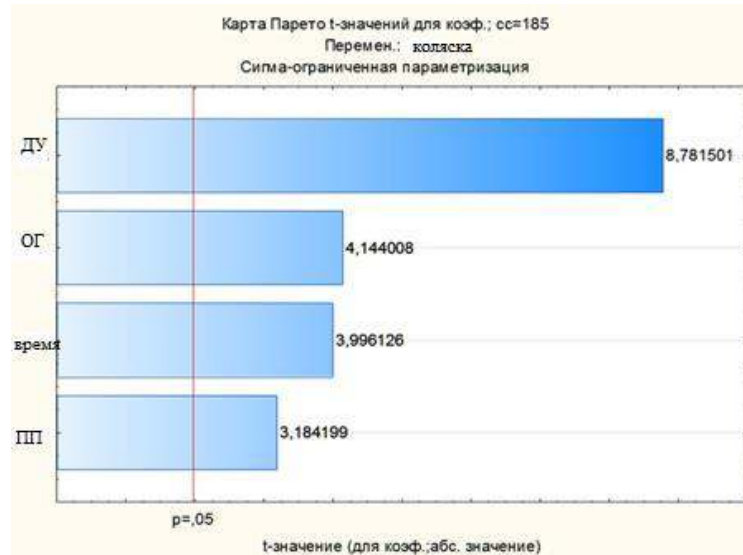
Среди указанных выше пациентов с давностью СМТ более 6 месяцев ($n=60$) у 6 (10%) пациентов были обнаружены «жесткие ноги» (мышечный гипертонус нижних конечностей более 2 баллов по MAS и/или ограничение сгибания в коленных, тазобедренных суставах более 70 гр.). Как уже было отмечено, у 20 (33%) пациентов была обнаружена ОГ. Их двигательные возможности составили общий счет ASIA $30 \pm 8,4$ баллов; FIM_m – $40 \pm 15,8$ баллов, по доменам распределение было следующим: «самообслуживание» – $19 \pm 6,5$ баллов; «трансфер» – $9 \pm 3,1$ баллов; «тазовые функции» – $5 \pm 1,9$ баллов; «мобильность» – $6 \pm 1,6$ баллов. Отдельно была изучена их функциональная независимость по наиболее значимым двигательным навыкам самообслуживания (табл. 25), из которой видно, что у пациентов имелись выраженные и умеренные нарушения функциональной независимости, при этом наиболее сложным для реализации навыком было «одевание нижней половины тела», а относительно успешными «прием пищи» и «перемещение в кресле-коляске».

Таблица 25 – Распределение пациентов по степени выполнения основных двигательных навыков самообслуживания

FIM _m баллы	Прием пищи	Одевание верхней половины	Одевание нижней половины	Уход за собой (умывание, чистка зубов, причесывание)	Пересаживание в коляску и обратно	Перемещение в коляске
1-2	13%	26%	52%	21%	37%	20%
3-5	63%	59%	42%	60%	49%	56%
6-7	24%	15%	6%	19%	16%	24%

При сопоставлении корреляционной матрицы, включавшей отдельные двигательные навыки домена «самообслуживание» шкалы FIM_m (зависимая переменная), с рядом таких параметров (независимые переменные), как «жесткие ноги», наличие ОГ, возраст и пол пациентов, давность СМТ, уровень двигательного повреждения, степень полноты повреждения, была обнаружена умеренная корреляционная связь между встречаемостью ОГ и навыком «перемещение в кресле-коляске» ($r=0,30$). Причем корреляция этого двигательного навыка с другими значимыми переменными, такими как время после СМТ ($r=0,33$), полнота повреждения ($r=0,29$), двигательный уровень ($r=0,51$), была на одинаковом уровне. Навыки «перемещение в кресле-коляске», «пересаживание в кресло-коляску» не имели корреляции с «жесткостью ног» ($p<0,05$). По итогам корреляционного анализа была построена модель множественной регрессии для навыка «перемещение в кресле-коляске» (карта Парето, $R=0,67$; $R^2=0,44$ (44%); $SS=315$, $p=0,00$), которая показала ведущее предикативное значение

двигательного уровня, в то же время ортостатическая гипотензия, давность СМТ и полнота повреждения спинного мозга имели второстепенное значение ($p < 0,05$) (рис. 30), что подчеркивает значимое влияние ОГ на уровень функциональной независимости в позднем периоде СМТ.



ДУ – двигательный уровень, ОГ – ортостатическая гипотензия, время – давность СМТ,
 ПП – полнота повреждения спинного мозга

Рисунок 30 – Предикторы выполнения двигательной активности «перемещение в кресле-коляске» (сигма-ограниченная параметризация по t-значению – карта Парето)

3.3.3. Вегетативная дизрефлексия

Для изучения вегетативной дизрефлексии (ВД) выполнялось комплексное обследование, включавшее СМАД, ВРС в покое и в ПОП, опросник вегетативной дисфункции ADFSCI (раздел «дизрефлексия»). Было обследовано 40 пациентов, среди них – 6 женщин и 34 мужчины, медиана возраста составила 34 (26,0; 42,0) года, давность СМТ – 3,5 (2,0; 5,0) года. По локализации повреждения (ДУ) спинного мозга пациенты распределились следующим образом: С₅ – 12 (30%), С₆ – 12 (30%); С₇ – 12 (30%), С₈ – 4 (10%); с полным повреждением спинного мозга (тип А) – 34/40 (85%) пациента, с неполным (типы В, С, D) – 6/40 (15%) пациентов.

Проводимый в первые сутки реабилитации индивидуальный мониторинг базового суточного АД показал следующие значения: САД=92 (86; 110) мм рт. ст., ДАД=64 (62,0; 74,0) мм рт. ст. При этом эпизоды ВД по СМАД были выявлены у 20 (50%) пациентов, включенных в исследование, а клинические проявления ВД по ADFSCI были зарегистрированы только у 12 из этих пациентов (60%), то есть у 8 (40%) пациентов ВД имела латентное течение. В 2 (10%) из 20 случаев ВД

развилась при неполном и в 18 (90%) при полном повреждении спинного мозга (критерий Персона $\chi^2=25,6$; $p=0,00$). Среди методов отведения мочи цистостома или постоянный катетер встречался в 1 (3%) случае; уропрезерватив (кондомный мочеприемник) в 10 (26%) случаях; периодическая катетеризация – у 13 (32%) пациентов; самостоятельное мочеиспускание – в 16 (39%) случаях, при этом в 6 случаях метод отведения мочи был комбинированным (уропрезерватив и периодическая катетеризация). В группе без ВД статистически чаще ведущим методом отведения мочи являлась периодическая катетеризация ($\chi^2=5,6$; $p=0,02$), в группе с ВД ведущим методом отведения мочи был мочеприемник (уропрезерватив) ($\chi^2=8,5$; $p=0,00$) (табл. 26).

Таблица 26 – Методы отведения мочи в зависимости от ВД

Методы отведения мочи	Пациенты с ВД (n=20)	Пациенты без ВД (n=20)	p (χ^2 -критерий)
Постоянный катетер (n=1)	1	0	0,31
Уропрезерватив/мочеприемник (n=10)	9	1	0,00
Периодическая катетеризация (n=13)	3	10	0,02
Самостоятельное (n=16)	7	9	0,51

Среди причин, провоцирующих развитие ВД, были обнаружены только урологические факторы, такие как переполнение мочевого пузыря из-за нарушения функции его опорожнения, постоянный катетер мочевого пузыря (n=1), конкремент мочевого пузыря (n=1). Ниже представлен клинический пример СМАД пациента давностью СМТ более 12 месяцев с конкрементом мочевого пузыря, обращает на себя внимание пилообразная форма профиля АД, можно выделить пять эпизодов ВД длительностью более 30 минут на фоне ОГ (рис. 31). Далее представлен СМАД другого пациента со смешанным типом отведения мочи, определяются два эпизода ВД на фоне ОГ, связанных с переполнением мочевого пузыря в результате неоптимального режима катетеризации (рис. 32).

Наиболее частыми симптомами, сигнализирующими о вегетативном неблагополучии, связанном с ВД, были головная боль, избыточное потоотделение выше уровня повреждения, кожные парестезии (табл. 27).

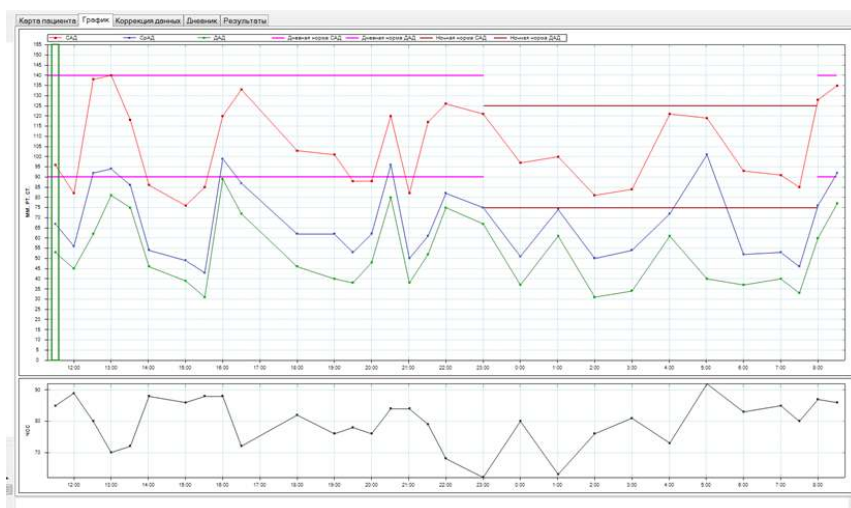


Рисунок 31 – СМАД пациента с конкрементом мочевого пузыря (ДУ С6, тип А)



Рисунок 32 – СМАД пациента с рефлекторным типом мочеиспускания (ДУ С7, тип А)

Таблица 27 – Встречаемость симптомов вегетативной дизрефлексии (ВД)

Симптомы ВД	Встречаемость (%)
Головная боль	80
Избыточное потоотделение выше уровня повреждения	90
Парестезии (мурашки по коже)	75
Беспокойство	50
Чувство сердцебиения	45

Субъективные проявления ВД, оцененные с помощью опросника ADFSCI, раздел «дизрефлексия», были существенно выше в группе с ВД – 22 (10,0; 44,0) балла против 4 (2,0; 6,0) баллов в группе без ВД (клинический метод верификации ВД по базовому САД). При интерпретации результатов, полученных с помощью СМАД, важнейшим из которых было количество эпизодов ВД (эВД) у пациентов с ВД был выявлен дефицит ночного снижения САД,

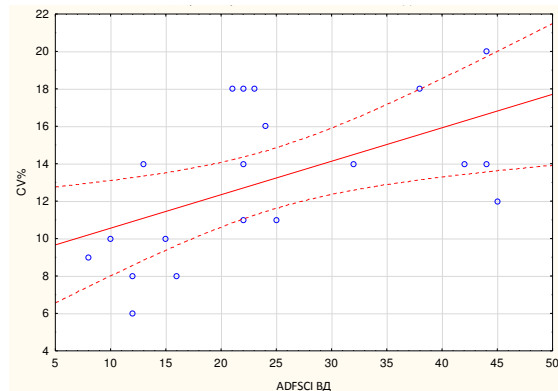
так дневное САД составило 119 (112,0; 126,0), ночное САД – 118 (110,0; 124,0) мм рт. ст. ($p=0,67$). Сравнительно более высоким был индекс суточной вариабельности САД – 14 (7,0; 16,0) мм рт. ст. против 8 (6,0; 12,0) у пациентов без ВД, также более высокие значения САД и ДАД в дневные (119/72 против 103/60 мм рт. ст.), ночные часы (118/66 против 101/56 мм рт. ст.) и за сутки (118/73 против 103/60 мм рт. ст.). Статистически значимые различия отсутствовали по суточным, дневным, ночным значениям ЧСС, индексу вариабельности ДАД, что указывает на недостаточность хронотропной функции миокарда, ассоциированной с дневной артериальной гипотензией (табл. 28).

Таблица 28 – Субъективные проявления и результаты СМАД в зависимости от наличия эпизодов ВД (клинический метод верификации ВД)

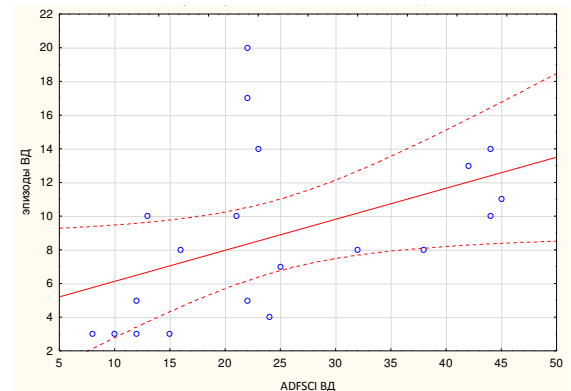
Параметры	с ВД (n=20)	без ВД (n=20)	P
Эпизоды ВД / сутки	8 (5,0; 12,0)	2 (0,0; 4,0)	0,00
Опросник ADFSCI (раздел ВД) баллы	22 (10,0; 44,0)	4 (2,0; 6,0)	0,00
САД сутки (мм рт. ст.)	118 (114,0; 128,0)	103 (101,0; 114,0)	0,00
ДАД сутки (мм рт. ст.)	73 (68,0; 78,0)	60 (59,0; 63,0)	0,00
САД дневное (мм рт. ст.)	119 (112,0; 126,0)	103 (101,0; 111,0)	0,00
САД ночное (мм рт. ст.)	118 (110,0; 124,0)	101 (98,0; 108,0)	0,00
ДАД дневное (мм рт. ст.)	72 (68,0; 80,0)	61 (58,0; 62,0)	0,00
ДАД ночное (мм рт. ст.)	68 (66,0; 78,0)	56 (54,0; 60,0)	0,00
ЧСС сутки (уд./мин)	64 (60,0; 71,0)	66 (57,0; 68,0)	0,32
ЧСС дневное (уд./мин)	64 (59,0; 72,0)	67 (58,0; 70,0)	0,13
ЧСС ночное (уд./мин)	62 (56,0; 67,0)	64 (56,0; 68,0)	0,47
Индекс вариабельности САД%	14 (7,0; 16,0)	8 (6,0; 12,0)	0,00
Индекс вариабельности ДАД%	11 (6,0; 12,0)	8 (5,0; 12,0)	0,15

Коэффициенты корреляции (критерий Спирмена) в группе с ВД (n=20) были следующие: между выраженностью симптомов ВД и частотой эВД (ADFSCI / эВД) $r=0,57$; выраженностью симптомов ВД и вариабельностью САД (ADFSCI / CV%) $r=0,54$; частотой эпизодов ВД и вариабельностью САД (эВД / CV%) $r=0,69$. В группе с клиническими проявлениями ВД (n=12) были следующие параметры: ADFSCI – 22 (14,0; 48,0) баллов, эВД – 10 (5,0; 13,0), вариабельность САД (CV%) – 14 (7,0; 18,0) ед. Отмечена тесная корреляция между выраженностью симптомов ВД (опросник ADFSCI) и частотой эВД (ADFSCI / эВД) $r=0,83$;

выраженностью симптомов ВД (опросник ADFSCI) и вариабельностью САД (ADFSCI / CV%) $r=0,59$; частотой эпизодов ВД и вариабельностью САД (эВД / CV%) $r=0,69$ (рис. 33).



Вариабельность САД (CV%) и опросник ADFSCI



Частота эпизодов ВД и опросник ADFSCI

Рисунок 33 – Взаимосвязь субъективных проявлений ВД (опросник ADFSCI) с некоторыми параметрами (СМАД)

При анализе состояния ВРС в зависимости от наличия ВД (табл. 29) статистически значимые различия имелись только по значению нормализованного симпато-вагального индекса (LF_n/HF_n) (0,9 (0,69; 1,39) против 0,6 (0,42; 0,87) ед.) и САД (108 (96,0; 120,0) против 100 (90,0; 110,0) мм рт. ст.). При сравнении остальных показателей статистически значимых различий выявлено не было. Обращает на себя внимание статистически незначимое увеличение выраженности дыхательной аритмии у пациентов с ВД – значение RR_{max}/RR_{min} 1,19 (1,13; 1,25) против 1,16 (1,12; 1,24) ($p=0,14$) – у пациентов без ВД. У пациентов с ВД была лучше субъективная переносимость пассивной ортостатической пробы (шкала PPS, $p=0,15$), падение САД больше (26,0 (13,0; 42,0) против 20 (6; 32,0) мм рт. ст.), значения САД в ПОП выше (84 (60,0; 100,0) против 76 (60,0; 84,0) мм рт. ст.), при этом начальные значения САД, VLF% и LF_n/HF_n были несколько выше в группе с ВД.

Таблица 29 – Состояние ВРС в зависимости от наличия эпизодов ВД

Параметры	с ВД (n=20)	без ВД (n=20)	p
В покое			
¹ TP_a (мс ²)	2 712 (1473,0; 4325,0)	2 833 (1478,0; 4068,0)	0,96
² LF_n/HF_n (ед.)	0,9 (0,69; 1,39)	0,6 (0,42; 0,87)	0,00
³ VLF (%)	31 (19,0; 43,7)	28 (17,6; 39,3)	0,33
⁴ ЧДД (уд. /мин)	14 (12,0; 16 ,0)	13 (11,0; 15,0)	0,09
⁵ RR_{max}/RR_{min}	1,19 (1,130; 1,250)	1,16 (1,120; 1,240)	0,14
⁶ САД (мм рт. ст.)	108 (96,0; 120,0)	100 (90,0; 110,0)	0,00
⁷ ЧСС уд. /мин	57 (53,0; 64,0)	56 (54,0; 62,0)	0,16

Продолжение таблицы 29

Параметры	с ВД (n=20)	без ВД (n=20)	p
Ортостатическая пассивная проба			
Шкала PPS (баллы)	1 (1,0; 2,0)	2 (1,0; 3,0)	0,15
⁸ Падение САД (мм рт. ст.)	26,0 (13,0; 42,0)	20 (6,0; 32,0)	0,00
САД (мм рт. ст.)	84 (60,0; 100,0)	76 (60,0; 84,0)	0,00
¹ TP _a (мс ²)	5 896 (2681,0; 9769,0)	6 225 (2381,0; 8648,0)	0,72
³ VLF (%)	77,4 (70,10; 89,40)	66,2 (58,20 83,10)	0,00
² LF _n /HF _n (ед.)	2,2 (1,2; 4,20)	1,7 (0,92; 2,88)	0,00

* См. обозначения в табл. 22.

При анализе взаимосвязи между уровнем САД и значением нормализованного симпато-вагального индекса в покое с помощью критерия Спирмена была показана высокая степень корреляции ($r=0,78$). Таким образом, у 40% пациентов с тетраплегией имелось скрытое течение ВД. В 90% случаях установленной ВД было отмечено полное повреждение спинного мозга; вегетативная дизрефлексия – индикатор неблагополучия со стороны мочевыделительной системы, также является фактором риска развития сердечно-сосудистой патологии. Для пациентов с ВД свойственны отсутствие ночного снижения АД, более высокие суточные значения САД и его высокая суточная вариабельность, более высокое значение нормализованного симпато-вагального индекса, лучшая переносимость одномоментного тилт-теста. Обращает на себя внимание бóльшая точность СМАД как метода верификации ВД.

3.4. Качество жизни и психоэмоциональное состояние пациентов

3.4.1. Субъективные аспекты качества жизни

Психоэмоциональное состояние и качество жизни было изучено у 80 пациентов с тетраплегией (поперечное исследование), возраст которых составил 32 (24,0; 42,0) года, давность СМТ составила 3 (2,0; 5,0) года, доля женщин – 20 (25%) пациентов, с полным двигательным повреждением (тип А, В) было 54 (68%) пациента, функциональные возможности составили по FIM_m 40±16,6 баллов. Субъективное качество жизни изучалось с помощью опросника COPM, по результатам которого была выявлена 271 проблема ежедневной жизнедеятельности, что составило в среднем по 3,4 проблемы на пациента, из них 133 (49%) проблемы было обнаружено в домене «самообслуживание», 76 (28%) проблем – в домене «продуктивность», 62 (23%) проблемы – в домене «досуг» (табл. 30).

Таблица 30 – Распределение проблем повседневной жизнедеятельности по доменам СОРМ

Домен самообслуживание	№	Домен продуктивность	№	Домен досуг	№
Функциональная мобильность (пересаживание, перемещение вне и внутри дома)	83	Приготовление пищи	38	Активный досуг (спорт, путешествия)	22
Уход за собой (одевание, личная гигиена, прием пищи)	32	Уборка дома, стирка	10	Социальная актуализация (общение по телефону, визиты вне дома)	14
Общественная активность (осуществление покупок, посещение учреждений, финансовая самостоятельность)	18	Поиск, сохранение работы	28	Спокойный досуг (чтение, ПК-игры, хобби)	26

В группу сравнения вошли пациенты с параплегией (n=40), наличие статистически значимых различий между группами по возрасту и полу обнаружено не было. Функциональная активность по FIM_m составила 46±10,5 балла. Было обнаружено 132 проблемы, в среднем 3,3 проблемы, из них 23 (17%) – в домене «самообслуживание», 51 (39%) – в домене «продуктивность», 58 (44%) – в домене «досуг». Обнаруженные различия имелись по всем доменам СОРМ и были статистически значимые (χ^2 -критерий), наблюдался относительно больший запрос к домену «самообслуживание» у пациентов с тетраплегией (49% против 17%) и большее внимание к доменам «досуг» и «продуктивность» у пациентов с параплегией (44% и 39% против 23% и 28% соответственно) (табл. 31).

При оценке результативности по субшкалам СОРМ у пациентов с тетраплегией оценка по шкале «выполнение» составила 12,1±5,14 балла, оценка по шкале «удовлетворение» – 11,4±5,30 балла, у пациентов с параплегией оценка по шкале «выполнение» была 16,2±6,59 балла, по шкале «удовлетворенность» – 14,6±6,50 балла. Между группами имелись значимые различия (t-критерий): так, пациенты с параплегией имели большие оценки по субшкалам «выполнение» и «удовлетворенность» СОРМ (табл. 31). Эффект «дно-потолок» по шкале СОРМ составил по субшкале «выполнение» 8 (3%) случаев, субшкале «удовлетворенность» – 9 (3%) случаев.

Важно отметить, что СОРМ был полезен для пациентов тем, что позволял находить и обсуждать нерешенные проблемы повседневной жизнедеятельности, которые были зачастую скрыты при стандартном функциональном тестировании.

Таблица 31 – Субъективная и объективная оценка проблем повседневной жизнедеятельности

Параметры		Тетраплегия (n=80)	Параплегия (n=40)	χ^2 -критерий/ t-критерий
Количество проблем (COPM) (абс./отн.)		271/3,4	132/3,3	–
Количество проблем	самообслуживание	133 (49%)	23 (17%)	0,00 (37,5)
	продуктивность	76 (28%)	51 (39%)	0,03 (4,6)
	досуг	62 (23%)	58 (44%)	0,00 (18,8)
COPM «выполнение» (баллы)		12,1 $\pm$ 5,14	16,2 $\pm$ 6,59	0,00
COPM «удовлетворенность» (баллы)		11,4 $\pm$ 5,3	14,6 $\pm$ 6,5	0,00
FIM _m (баллы)		40 $\pm$ 16,6	46 $\pm$ 10,5	0,00
Депрессия (баллы)		11,1 $\pm$ 4,42	9,8 $\pm$ 3,78	0,00
Тревога личностная (баллы)		44 $\pm$ 5,5	45 $\pm$ 5,2	0,45
Тревога реактивная (баллы)		39 $\pm$ 4,7	38 $\pm$ 4,8	0,59

3.4.2. Объективные аспекты качества жизни

Для дальнейшего изучения было отобрано 40 историй болезни пациентов с тетраплегией и 20 историй болезни пациентов с параплегией, в которых качество жизни было изучено с помощью опросника WHOQOL-BREF. Возраст первых составил 34 (28,0; 40,0) года, давность СМТ – 3 (2,0; 5,0) года, количество женщин – 6 (30%), с полным двигательным повреждением (тип А-В) – 28 (70%) пациентов, с высоким уровнем повреждения (C₄-C₆) – 26 (65%) пациентов, FIM_m составил 38 $\pm$ 15,2 баллов. Опросник WHOQOL-BREF показал следующие результаты: домен «физическое здоровье» – 48 $\pm$ 7,5; домен «психическое здоровье» – 52 $\pm$ 17,8; домен «социальные отношения» – 50 $\pm$ 16,7; домен «окружающая среда» – 57 $\pm$ 14,9; общий счет составил 54 $\pm$ 14,5 баллов. В группе сравнения (параплегия, n=20), статистических различий по возрасту (32,0 (25,0; 38,0) года), полу (5 (25%), давности СМТ (3 (1,0; 5,0) года) выявлено не было. У них опросник выявил следующий профиль качества жизни: домен «физическое здоровье» – 56 $\pm$ 10,2; домен «психическое здоровье» – 54 $\pm$ 15,5; домен «социальные отношения» – 65 $\pm$ 19,1; домен «окружающая среда» – 64 $\pm$ 17,5; общий счет составил 60 $\pm$ 13,4 баллов. В контрольную группу вошло 20 относительно здоровых испытуемых, профиль качества жизни был следующим: домен «физическое здоровье» – 56 $\pm$ 6,2; домен «психическое здоровье» – 68 $\pm$ 8,8; домен «социальные отношения» – 83 $\pm$ 16,5; домен «окружающая среда» – 72 $\pm$ 9,2; общий счет – 67 $\pm$ 5,4 баллов (табл. 32).

Таблица 32 – Сравнительный анализ оценки качества жизни в зависимости от уровня повреждения спинного мозга

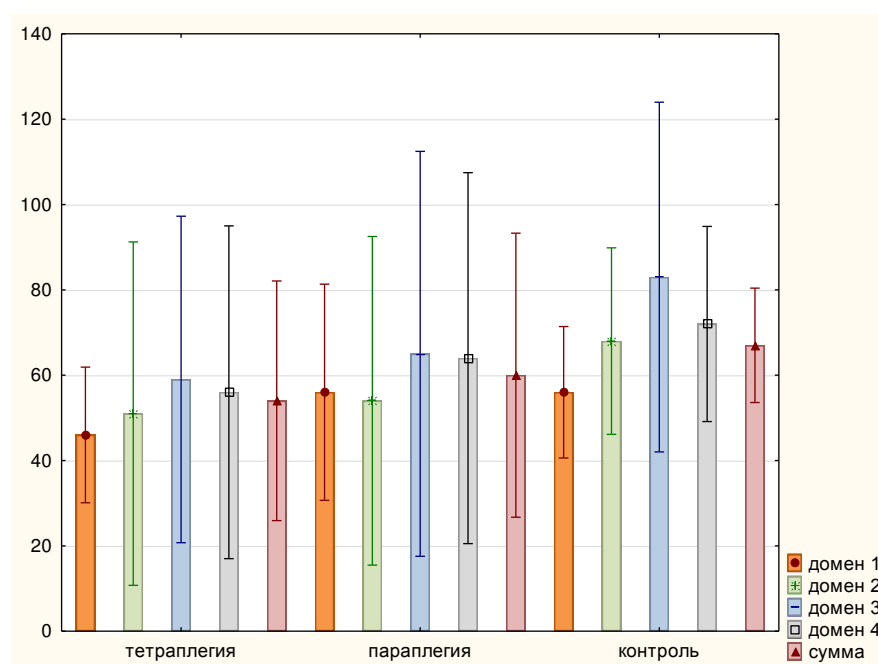
WHOQOL-BREF	Тетраплегия * (p ₁) / n=40	Параплегия (p ₂) / n=20	Контроль (p ₃) / n=20	Р (критерий Тьюки)
Домен 1 «Физическое здоровье»	48±7,5	56±10,2	56±6,2	p ₁ -p ₃ =0,00 p ₁ -p ₂ =0,00 p ₂ -p ₃ =0,89 F*=7,9/MS=20,2
Домен 2 «Психическое здоровье»	52±17,8	54±15,5	68±8,8	p ₁ -p ₃ =0,00 p ₂ -p ₃ =0,00; p ₁ -p ₂ =0, 51 F=8,6 / MS 24,8
Домен 3 «Социальные отношения»	50±16,7	65±19,1	83±6,5	p ₁ -p ₂ =0,00 p ₁ -p ₃ =0,00 p ₂ -p ₃ =0,00 F=12,7/MS=32, 9
Домен 4 «Окружающая среда»	57±14,9	64±17,5	72±9,2	p ₁ -p ₂ =0,00 p ₁ -p ₃ =0,00 p ₂ -p ₃ =0,00 F=21,6/MS=42,1
Общая сумма, баллы	54±8,5**	60±7,4	67±5,4	p ₁ -p ₂ =0,00 p ₁ -p ₃ =0,00 p ₂ -p ₃ =0,00 F=17,8/MS=38,5

Примечание: * F – критерий Фишера, MS – среднее квадратов отклонений от среднего (межгрупповая изменчивость), SS – сумма квадратов отклонений (внутригрупповая изменчивость), равен 83,4

При дисперсионном анализе и последующем апостериорном сравнении в каждом домене между сравниваемыми группами были обнаружены статистически значимые различия. В домене «физическое здоровье» пациенты с тетраплегией (48±7,5 баллов) имели более низкие показатели в сравнении с пациентами с параплегией (56±10,2) и контрольной (56±6,2) группой. В домене «психическое здоровье» пациенты контрольной группы (68±8,8) отличались от пациентов с параплегией (54±15,5) и тетраплегией (52±7,8). В доменах «социальные отношения» (тетраплегия 60±6,7, параплегия 65±9,1, контроль 83±6,5 соответственно) и

«окружающая среда» (тетраплегия $57 \pm 4,9$, параплегия $64 \pm 7,5$, контроль $72 \pm 9,2$ соответственно) все группы имели статистически значимые различия между собой.

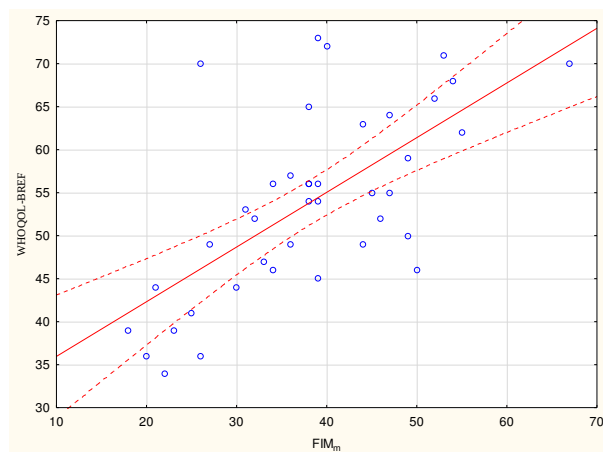
Таким образом, при сравнении между собой были обнаружены достоверные различия по всем доменам между группами с тетраплегией и параплегией за исключением домена «психическое здоровье», между группой с тетраплегией и контрольной группой – по всем доменам, между группой с параплегией и контрольной группой различий не было только по домену «физическое здоровье» (критерий Тьюки). Суммарная оценка по опроснику качества жизни WHOQOL-BREF указывает на достоверно низкие значения качества жизни в группе с тетраплегией ($54 \pm 8,5$ баллов), умеренные значения в группе с параплегией ($60 \pm 7,4$ баллов), высокие – в контрольной группе ($67 \pm 5,4$ баллов) (табл. 32, рис. 34).



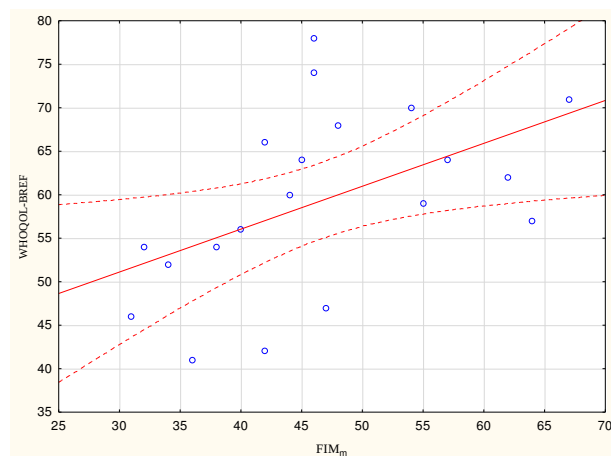
1 – домен 1 (физическое здоровье), 2 – домен 2 (психическое здоровье),
3 – домен 3 (социальные отношения), 4 – домен 4 (окружающая среда), сумма – общий балл
Рисунок 34 – Сравнительная оценка качества жизни пациентов (WHOQOL-BREF) после ПСМ и контрольной группы ($M \pm 0,95\%CI$)

В свою очередь наиболее выраженное снижение качества жизни отмечается у пациентов с тетраплегией, что может превращать этот показатель в «мишень» для дальнейшей реабилитации в условиях имеющегося перманентного грубого двигательного дефицита. Особое внимание обращает на себя поиск факторов, влияющих на качество жизни. К одному из таких факторов следует отнести уровень функциональной независимости или двигательных возможностей пациента. Так, группа пациентов с высоким повреждением ДУ C_4-C_6 (65%) имела более низкие значения (FIM_m $32 \pm 9,1$ балла и WHOQOL-BREF $50 \pm 8,9$ баллов), более высокие показатели были у группы с низким повреждением ДУ C_7-D_1 (FIM_m составляло $50 \pm 8,5$ баллов,

качество жизни WHOQOL-BREF $59 \pm 10,2$ баллов ($p=0,00$; $p=0,00$ соответственно)). У пациентов с тетраплегией была отмечена умеренная положительная корреляция между качеством жизни и функциональным двигательным уровнем, оцененными по двигательной шкале FIM_m ($r=0,66$, $p=0,00$). В группе с параплегией коэффициент корреляции был несколько меньше ($r=0,49$, $p=0,00$), что указывает на меньшее влияние двигательного статуса на качество жизни и наличие дополнительных факторов, хотя требуется отметить относительно малое количество наблюдений (рис. 35).



Тетраплегия (n=40)



Параплегия (n=40)

Рисунок 35 – Влияние двигательных возможностей на качество жизни пациентов в зависимости от уровня повреждения спинного мозга

3.4.3. Психозмоциональное состояние пациентов

Уровень выраженности депрессии в группе с тетраплегией ($n=80$) был выше ($11,1 \pm 4,42$ баллов) в сравнении с группой с параплегией ($n=40$) $9,8 \pm 3,78$ баллов (t -критерий – 3,7; $p=0,00$). Депрессия была диагностирована у 45 (56%) пациентов с тетраплегией и у 14 (35%) пациентов с параплегией (критерий $\chi^2=4,82$; $p=0,03$). В группе с тетраплегией легкая депрессия была у 33%, умеренная – у 10%, выраженная депрессия – у 13%, в группе с параплегией легкая депрессия – у 13%, умеренная депрессия – у 10%, выраженная депрессия – у 10%. Легкий уровень депрессии (10-15 баллов) преобладал у пациентов с тетраплегией (33% против 13%), различий в большую сторону за счет пациентов с тетраплегией, имеющих умеренную и выраженную депрессию, отмечено не было (табл. 33).

Таблица 33 – Выраженность депрессии в зависимости от уровня повреждения спинного мозга

Депрессия*	Нет (0)	Легкая (1)	Умеренная (2)	Выраженная (3)
Тетраплегия (n=80)	35 (44%)	27 (33%)	8 (10%)	10 (13%)
Параплегия (n=40)	26 (65%)	6 (13%)	4 (10%)	4 (10%)
критерий χ^2/p	4,8/0,03	4,7/0,03	0/1,00	0,16/0,67

Примечание: * (0) – менее 10 баллов, (1) – 10-15 баллов, (2) – 16-19 баллов, (3) – 20-29 баллов и более 29 баллов

В группе с тетраплегией имелась легкая отрицательная корреляция между функциональными возможностями пациентов и выраженностью депрессивных нарушений (шкала Бека) (критерий Спирмена; $r=-0,36$, $p=0,01$), что подчеркивает положительное влияние двигательных возможностей на степень выраженности депрессивных проявлений или, с другой стороны, негативное влияние депрессивных симптомов на двигательную активность пациентов. В группе с параплегией подобных корреляционных отношений выявлено не было ($r= -0,27$, $p=0,35$) (рис. 36).

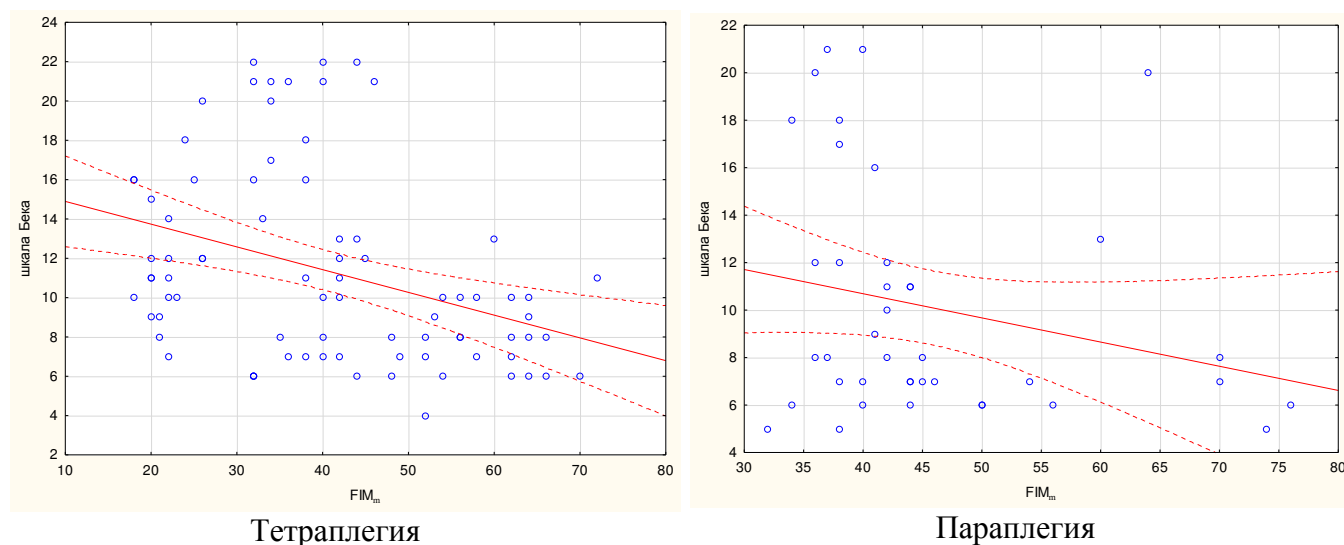


Рисунок 36 – Корреляция выраженности депрессии и степени функциональной независимости

В группе с тетраплегией уровень реактивной тревожности чаще был умеренным у 79%, высоким – у 15% пациентов, изменения личностной тревожности умеренного уровня были у 48%, высокого уровня – у 50%. В группе с параплегией уровень реактивной тревожности чаще был умеренный (у 70%), а личностной – чаще был высокий (у 68%) (табл. 34).

Таблица 34 – Уровень тревоги у пациентов после ПСМ

Тип нарушения*	Легкие (1)	Умеренные (2)	Выраженные (3)
Тетраплегия (n=80)			
Тревога личностная (44±5,5 балла)	2 (2%)	38 (48%)	40 (50%)
Тревога реактивная (39±4,7 баллов)	5 (6%)	63 (79%)	12 (15%)
Параплегия (n=40)			
Тревога личностная (45±6,2 баллов)	3 (7%)	10 (25%)	27 (68%)
Тревога реактивная (38±5,8 баллов)	4 (10%)	28 (70%)	8 (20%)
Критерии значимости			
(1) χ^2 -критерий/p	1,67/0,19	5,6/0,02	3,3/0,07
(2) χ^2 -критерий/p	0,54/0,46	1,1/0,29	0,5/0,49

Примечание: * (1) <30 легкая, (2) 31-45 умеренная; (3) >45 выраженная

Личностная тревога преобладала над реактивной в обеих группах (группа с тетраплегией $t=3,32$; $p=0,00$; группа с параплегией $t=4,05$; $p=0,00$). Значения реактивной тревоги не имели достоверных различий между группами (38±4,8 баллов у пациентов с параплегией и 39±4,7 – с тетраплегией, t -критерий=0,53; $p=0,59$), аналогично и личностная тревога между группами различий не имела (в группе с тетраплегией составила 44±5,5 балла, в группе с параплегией – 45±5,2 балла, t -критерий=0,75; $p=0,45$). При изучении глубины выраженности тревожных расстройств было показано преобладание умеренно выраженной личностной тревожности у пациентов с тетраплегией (48%) против пациентов с параплегией (25%), реактивная тревожность умеренной степени нарушений между этими группами была вполне сопоставима (79 и 70%), известно, что реактивная тревожность тесно связана с текущим уровнем стресса. Таким образом, 56% пациентов с тетраплегией, 35% пациентов с параплегией имели депрессивные нарушения, легкие нарушения имелись у 34% и 13% пациентов соответственно, реактивная тревожность не имела различий между группами, а личностная тревожность (умеренные нарушения) была выше у пациентов с тетраплегией (48% против 25% соответственно).

При рассмотрении роли половой дивергенции на психоэмоциональное состояние с целью повышения точности результатов было выполнено объединение групп ($n=120$) и проведен раздельный половой анализ степени нарушения депрессии и тревоги. В группе мужчин (89 пациентов) возраст составил 32±6,4 года, в группе женщин (31 пациент) возраст

составил $34 \pm 6,3$ года, женщины были слегка старше мужчин ($p=0,00$), по доле пациентов с повреждением шейного отдела спинного мозга различий между группами не имелось (67% против 64%) (см. табл. 36). Уровень депрессии у женщин был выше и составлял $14,1 \pm 6,14$ балла, у мужчин $9,9 \pm 4,21$ балла, у пациентов женского пола депрессия встречалась у 68% против 43% у мужчин, а также была выше доля пациентов с тяжелыми депрессивными нарушениями (29% против 9% соответственно). Личностная тревога выше у женщин – $46 \pm 4,9$ баллов, мужчины имели $42 \pm 5,7$ балла, доля пациентов с выраженными тревожными нарушениями также была выше у женщин (84% против 46%), а с умеренными нарушениями – уже выше у мужчин (49% против 13%). Реактивная тревожность немного выше у мужчин и составляла $40 \pm 5,1$ баллов, у женщин – $38,1 \pm 4,4$ балла, вероятно, за счет доли пациентов с высоким уровнем нарушений (21% против 3%) (табл. 35).

Таблица 35 – Психоэмоциональное состояние в зависимости от пола пациента

Параметры	Мужчины (n=89)	Женщины (n=31)	Критерий/р
Возраст	$32 \pm 6,4$	$34 \pm 6,3$	$t=3,61$ / $p=0,00$
Шейный уровень повреждения	60 (67%)	20 (64%)	$\chi^2=0,09$ / $p=0,77$
Депрессия, баллы	$9,9 \pm 4,21$	$14,1 \pm 6,14$	$t=7,48$; $p=0,00$
Депрессия (структура)*	(0) 51 (57%) (1) 23 (26%) (2) 7 (8%) (3) 8 (9%)	(0) 10 (32%) (1) 9 (29%) (2) 3 (10%) (3) 9 (29%)	(0) $\chi^2=5,8$, $p=0,02$ (1) $\chi^2=0,1$; $p=0,73$ (2) $\chi^2=0,1$; $p=0,75$ (3) $\chi^2=7,6$; $p=0,01$
Личностная тревога, баллы	$42 \pm 5,7$	$46 \pm 4,9$	$t=5,32$ / $p=0,00$
Личностная тревога (структура**)	(1) 4 (4%) (2) 44 (50%) (3) 41 (46%)	(1) 1 (3%) (2) 4 (13%) (3) 26 (84%)	(1) $\chi^2=0,1$ / $p=0,76$ (2) $\chi^2=12,8$ / $p=0,00$ (3) $\chi^2=13,3$ / $p=0,00$
Реактивная тревога, баллы	$40 \pm 5,1$	$38,1 \pm 4,4$	$t=4,75$ / $p=0,00$
Реактивная тревога (структура**)	(1) 6 (7%) (2) 64 (72%) (3) 19 (21%)	(1) 3 (10%) (2) 27 (87%) (3) 1 (3%)	(1) $\chi^2=0,3$ / $p=0,59$ (2) $\chi^2=2,9$ / $p=0,09$ (3) $\chi^2=5,4$ / $p=0,02$

Примечание: * (0) – менее 10 баллов; (1) – 10-15 баллов; (2) – 16-19 баллов; (3) – 20-29 баллов и >29; ** (1) <30 легкая; (2) 31-45 умеренная; (3) >45 выраженная

Таким образом депрессия была диагностирована у 68% женщин, 43% мужчин, при этом у трети женщин имелись тяжелые депрессивные нарушения, выраженные нарушения реактивной тревожности были выше у мужчин (21%), личностная тревожность не имела четкого преобладания в зависимости от пола пациента.

3.5. Предикторы функциональной независимости

Непрерывный продольный ретроспективный анализ позволил обнаружить и оценить значимость предикторов функциональной независимости. Для этого было выделено три группы пациентов: 1) поступившие в реабилитационный центр в срок менее 6 месяцев после СМТ, 2) в срок от 6 до 12 месяцев и 3) более 12 месяцев после СМТ (объединили первые две группы). Это позволило нам построить три модели в виде регрессионных деревьев классификации. Первая модельная группа – срок СМТ и оценка функционального исхода в срок менее 6 месяцев (модель А); вторая – срок поступления и оценка исхода в срок менее 12 месяцев после СМТ (модель В); третья – срок поступления и оценка исхода в срок более 12 месяцев после СМТ (модель С). В первую группу вошло 49 пациентов (41 мужчина и 8 женщин) в возрасте 28 (21,0; 37,0) лет, давность ПСМ составила 0,3 (0,25; 0,50) года, двигательный уровень: С₄ – у 4 пациентов, С₅ – у 14, С₆ – у 20, С₇ – у 9, С₈ – у 1, D₁ – у 1. Во вторую группу вошло 75 пациентов (64 мужчин, 11 женщин) в возрасте 30 (23,0; 41,0) лет, давность СМТ составила 0,5 (0,30; 0,70) года, двигательный уровень был распределен следующим образом: С₄ – у 3, С₅ – у 17, С₆ – у 30, С₇ – у 16, С₈ – у 6, D₁ – у 3 пациентов. В третью группу вошло 190 пациентов с давностью СМТ более 12 месяцев (табл. 36).

Таблица 36 – Характеристика пациентов в зависимости от модельной группы

Параметры\Модели	А (n=49)	В (n=75)	С (n=190)
Возраст (лет)	28 (21,0;37,0),	28 (23,0; 41,0)	31 (24,0;43,0)
Пол (м/ж)	41/8	64/11	151/39
Давность СМТ (лет)	0,3 (0,25; 0,50)	0,8 (0,60; 0,90)	3 (2,0; 6,0)
Двигательный уровень (ДУ)	С ₄ – 4, С ₅ – 14, С ₆ – 20, С ₇ – 9, С ₈ – 1, D ₁ – 1	С ₄ – 3, С ₅ – 17, С ₆ – 30, С ₇ – 16, С ₈ – 6, D ₁ – 3	С ₄ – 14, С ₅ – 36, С ₆ – 67, С ₇ – 50, С ₈ – 16, D ₁ – 7
Полнота повреждения (AIS)	Тип А – 34, В – 5, С – 8, D – 2	Тип А – 50, В – 6, С – 15, D – 3, E – 1	Тип А – 118, В – 16, С – 44, D – 11, E – 1
Двигательный счет руки (ASIA _{рука})	20±5,0 20 (14,0; 28,0)	23±7,1 23 (16,0; 32,0)	25±7,5 25 (16,0; 34,0)

3.5.1. Неврологические предикторы функциональной независимости

Первая модельная группа (А)

Количество пациентов с умеренным и легким функциональным ограничением («МКФ более 50%» – классификатор «1») составило 5, а с выраженным функциональным ограничением («МКФ 50% и менее» = классификатор «0») – 44 (90%). При анализе ROC-кривых значимыми предикторами функциональной независимости являлись $ASIA_{рука}$ ($AUC=0,84$) и ДУ ($AUC=0,80$), для функционального тенодеза (ФТ) AUC составил 0,36. Модель считается значимой, если площадь под кривой (AUC) $>0,80$. В раздельном логит-регрессионном анализе ни один из рассматриваемых предикторов, в том числе и полнота повреждения не показали статистической значимости ($ASIA_{рука}$: $\chi^2=3,3$; $p=0,06$; ДУ: $\chi^2=2,9$; $p=0,09$; ФТ: $\chi^2=0,6$; $p=0,44$; AIS $\chi^2=0,4$; $p=0,53$). Обращает на себя внимание, что в этот временной период (менее 6 месяцев после СМТ) полнота повреждения (AIS) является наиболее слабым классификатором (предиктором). При этом значимость всех трех предикторов ($ASIA_{рука}$, ДУ и ФТ), оцененных вместе, оценить было невозможно (отношения шансов – бесконечность), так же, как и построить дерево классификаций, в связи с малым количеством переменных классификатора «1».

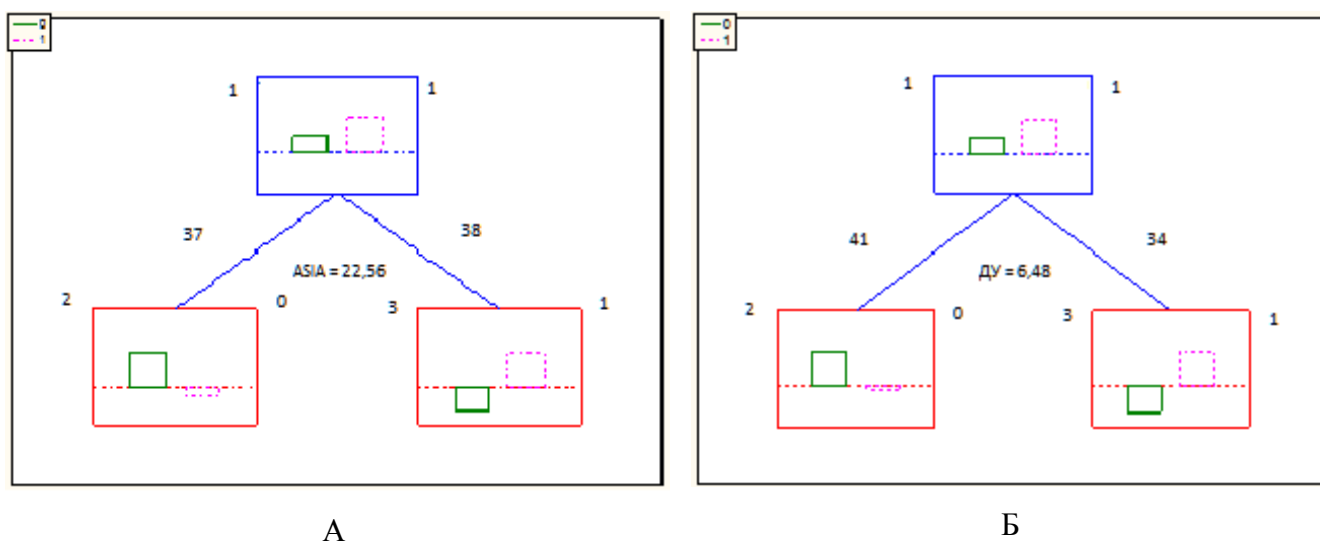
Вторая модельная группа (В)

В этой группе тяжелые нарушения жизнедеятельности «МКФ 50% и менее» (классификатор «0») были у 32 (43%), умеренные и легкие нарушения «МКФ более 50%» (классификатор «1») – у 43 (57%) пациентов. При рассмотрении ROC-кривых предикативной значимостью обладал только двигательный счет $ASIA_{рука}$ ($AUC=0,86$), значение AUC для ДУ – 0,72, для ФТ – 0,59.

Все рассматриваемые предикторы при выполнении логит-регрессионного анализа показывали себя статистически значимыми, с максимальной предикативной мощностью для $ASIA_{рука}$ и минимальной – для полноты повреждения (AIS). Так, для $ASIA_{рука}$: $\chi^2=41,0$, $p=0,00$, отношение шансов было равно 23,6, доля предсказаний «0» ($n=32$) – 84,4%, доля предсказаний «1» ($n=43$) – 81,4%; для двигательного уровня: $\chi^2=20,7$, $p=0,00$, отношение шансов – 4,8, доля предсказаний «0» – 43,7%, «1» – 86,0%; для функционального тенодеза: $\chi^2=19,1$, значения p не определены, доля предсказаний «0» ($n=32$) равна 31,3%, доля предсказаний «1» ($n=43$) – 100%; для полноты повреждения (AIS) $\chi^2=8,4$, $p=0,00$, доля предсказаний «0» – 81,2%, «1» – 44,2%. Отношение шансов (Odds Ratio, OR) указывает на силу связи между зависимой и независимой переменными: [1,1-1,5] – слабая, умеренная – [1,6-3,0], сильная – [>3].

Как видно, сохранялась исключительная предикативная мощность $ASIA_{рука}$ классификатора (более 80% для обоих событий классификатора). Помимо этого, выраженные функциональные ограничения можно прогнозировать с помощью ДУ в 43,7%, ФТ в 31,3%, полноты повреждения (AIS) в 81,2%, а умеренные и легкие ограничения – ДУ в 86,0%, ФТ в 100% случаев, полноты повреждения (AIS) в 44,2%.

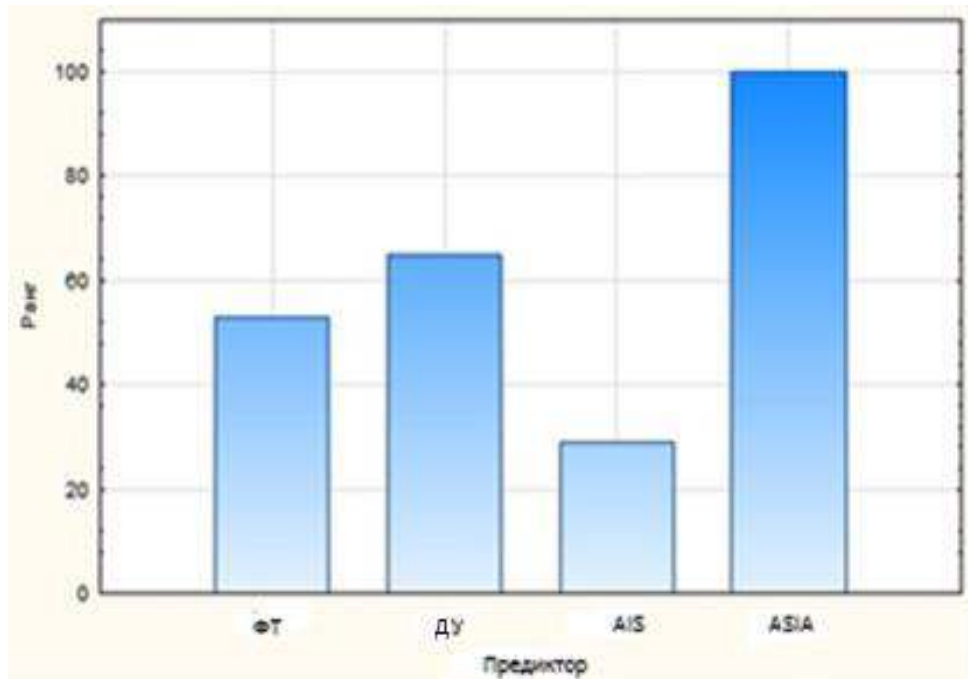
Граница между функциональными статусами по МКФ 50% (классификаторы «0» и «1») по предиктору $ASIA_{рука}$ составляла 22,6 балла («0» $n=37$; «1» $n=38$) (рис. 37А), по ДУ – 6,5 балла («0» $n=41$, «1» $n=34$) (рис. 37Б). Априорные вероятности для $ASIA_{рука}$ «0» $p=0,43$ ($n=32$); «1» $p=0,57$ ($n=43$), для ДУ иерархический классификационный анализ был не информативен.



Примечание: число ветвлений – 1, число терминальных вершины классификации – 2; «0» – МКФ «50% и менее»; «1» – МКФ «более 50%»; ASIA – двигательный балл для руки, ДУ – двигательный уровень

Рисунок 37 – Граф дерева классификации степени функциональной независимости (вторая модельная группа)

При ранжировании ранговой значимости предикторов функциональной независимости была обнаружена высокая предикативная мощь $ASIA_{рука}$ критерия (100 рангов), средняя – у ФТ и ДУ (53 и 65 рангов соответственно) и низкая – у полноты повреждения (AIS) (29 рангов) (рис. 38).



Ранговая значимость предикторов: ФТ=53, ДУ=65, ПП (AIS)=29, ASIA=100.

Примечания: ФТ – функциональный тенодез, ДУ – неврологический уровень, AIS – полнота повреждения, ASIA – двигательный счет для руки

Рисунок 38 – Ранги значимости предикторов функциональной независимости пациентов (вторая модельная группа)

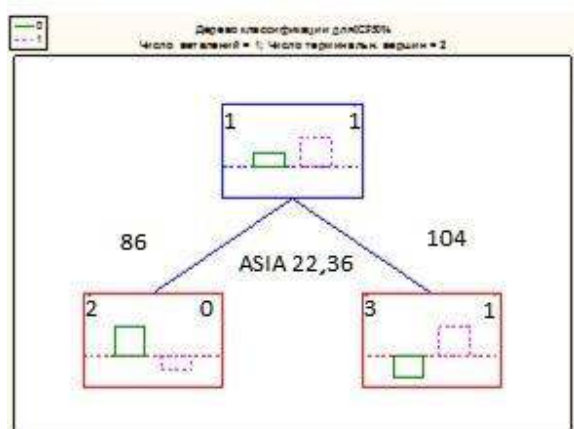
Третья модельная группа (С)

Тяжелые нарушения жизнедеятельности «МКФ 50% и менее» (классификатор «0») были выявлены у 80 пациентов (42%), с умеренным и легким ограничением «МКФ более 50%» (классификатор «1») – у 110 (58%). Предикативная мощность $ASIA_{рука}$ предиктора достигла своего максимума, оставаясь единственным статистически значимым ($AUC=0,92$), остальные предикторы имели статистически незначимую мощность ДУ – 0,79, ФТ – 0,71, AIS – 0,64.

Анализ значимости предикторов в логит-регрессионном анализе указывал на предикативную мощь всех четырех предикторов ($ASIA_{рука}$: $\chi^2=160,9$; $p=0,00$; отношение шансов – 52,9; верность предсказаний «0» – 82,5%; «1» – 91,8%; двигательный уровень: $\chi^2=57,1$; $p=0,00$, отношения шансов – 6,8, верность предсказаний «0» – 47,5%, «1» – 88,2%; функциональный тенодез: $\chi^2=55,3$; значения p не определены, отношение шансов – бесконечность, доля верных предсказаний «0» – 35%, «1» – 100%; полнота повреждения (AIS): $\chi^2=28,3$; $p=0,00$; отношения шансов – 5,25, доля предсказанных «0» – 82,5%; «1» – 57,7%). Предикторы ФТ, $ASIA_{рука}$ с вероятностью более 90% указывали на значение классификатора «1» – умеренные и легкие функциональные ограничения, в то время как

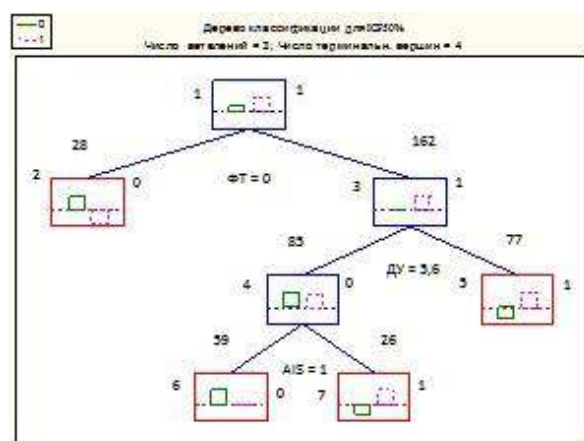
ASIA_{рука} и полнота повреждения (AIS) с точностью 82,5% предсказывали значения классификатора «0» (тяжелые функциональные нарушения). Четырехкомпонентная логит-регрессионная предикативная модель обладала достаточной мощностью (ASIA_{рука} $\chi^2=68,4$, $p=0,00$; ДУ: $\chi^2=57,1$ $p=0,00$; AIS: $\chi^2=0,2$, $p=0,65$; ФТ: $\chi^2=10,2$, p не определено, отношение шансов – 42,2; доля предсказанных «0» – 85,0%, «1» – 88,2%), хотя все же и немного уступала по мощности предиктору ASIA_{рука}.

Граница между группами по функциональной независимости по предиктору ASIA_{рука} составляла 22,4 балла («0» $n=86$; «1» $n=104$), априорные вероятности «0» $p=0,42$ ($n=80$); «1» $p=0,58$ ($n=110$) (рис. 39А). При исключении предиктора AIS_{рука} образовывалось иное дерево классификации с тремя ветвлениями и четырьмя терминальными вершинами, где первой точкой ветвления являлся ФТ («0» $n=28$; «1» $n=162$), второй – ДУ=5,6 («0» $n=85$; «1» $n=77$), третьей – полнота повреждения (AIS) – 1 (соответствует типу А) («0» $n=59$; «1» $n=26$) (рис. 39Б), что опять же позволило распределить предикторы по возрастанию значимости: полнота повреждения (тип А), двигательный уровень (C₅ и C₆), функциональный тенодез, двигательный счет ASIA_{рука}.



А

Число ветвлений – 1, число терминальных вершин классификации – 2



Б

Число ветвлений – 3, число терминальных вершин – 4 (0 – МКФ «50% и менее»; МКФ «более 50%»)

Рисунок 39 – Граф дерева классификаций степени функциональной независимости (третья модельная группа)

Путь классификации пациентов в группу «МКФ более 50%» (умеренные и легкие функциональные ограничения): ФТ – «да» и ДУ выше 5,6 или ДУ ниже 5,6, но с неполным повреждением спинного мозга. Путь классификации пациентов в группу «МКФ 50 и менее» (с тяжелым ограничением самообслуживания): ФТ – «нет»; ФТ – «да», но ДУ менее 5,6 при

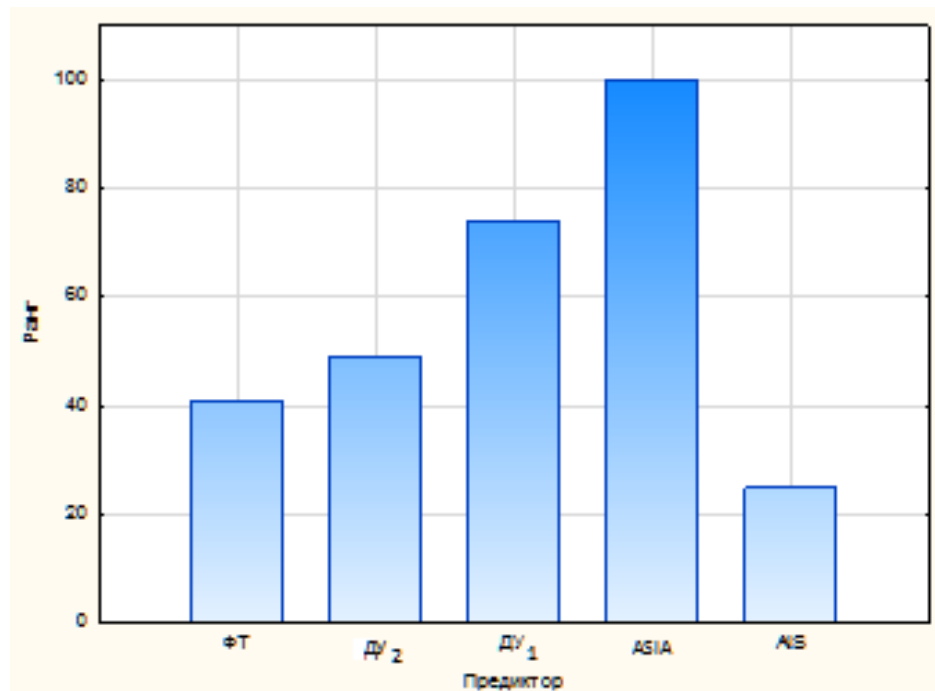
полном повреждении спинного мозга (тип А соответствует «1»), априорные вероятности для ASIA «0» $p=0,42$ ($n=80$); «1» $p=0,58$ ($n=110$).

При ранжировании ранговой значимости предикторов функциональной независимости было обнаружено, что двигательный счет для верхних конечностей по ASIA – 100 рангов, ДУ наилучший односторонний – 74, ДУ двусторонний – 49, ФТ – 41, полноты повреждения (AIS) – 25 рангов; априорная вероятность «0» $p=0,42$ ($n=80$); «1» $p=0,58$ ($n=110$); объем обучающей выборки $n=136$ (рис. 40А). При включении в ранговое ранжирование параметров СЭНМГ 306 обследованных срединных нервов по типу денервационной группы были получены следующие ранги: ASIA – 100 рангов, ДУ (максимальный односторонний) – 56, ДУ – 46, ФТ – 44, полноты повреждения (AIS) – 22, тип денервации срединного нерва: справа – 15, слева – 10 рангов; априорная вероятность «0» $p=0,47$ ($n=54$); «1» $p=0,53$ ($n=72$); объем обучающей выборки $n=136$ (рис. 40Б). Включение в классификатор величины МО и СРВ со срединного нерва в качестве предикторов давало нулевые значения ранговой значимости, параметры локтевых нервов в анализе не участвовали в связи с малым количеством наблюдений.

Таким образом, в позднем периоде СМТ (более 12 месяцев) двигательный уровень, функциональный тенодез кисти имели примерно равную предикативную мощность (ранговую значимость в 40-60 баллов), в то время как полнота повреждения (тип AIS), СЭНМГ со срединного нерва имели наименьшую предикативную мощность.

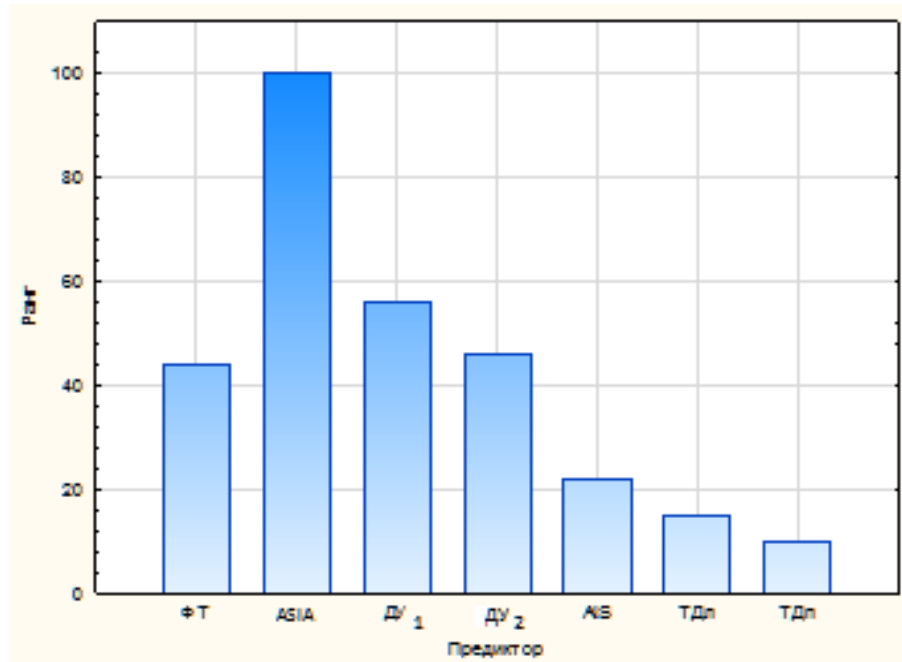
Обобщенный анализ по всем временным отрезкам показывает, что двигательный счет ASIA для верхних конечностей ($ASIA_{рука}$) – ведущий предиктор во все периоды после СМТ, а двухсторонний ДУ, наилучший односторонний ДУ, ФТ являются равнозначными предикторами функциональной независимости в сроки до и после 12 месяцев после СМТ. Критериями достижения умеренной функциональной независимости в первые 12 месяцев после СМТ являются значения двигательного счета для верхней конечности ASIA ($ASIA_{рука}$) более 22,6 баллов, ДУ – выше 6,5; а в срок более 12 месяцев – $ASIA_{рука}$ более 22,4 баллов и наличие функционального тенодеза совместно с двигательным уровнем более 5,6, что указывает на увеличение доли частично независимых пациентов с ДУ C_6 в срок более 1 года после СМТ.

А



Ранговая значимость предикторов: ASIA – 100; ДУ₁ (наилучший односторонний) – 74, ДУ₂ (двусторонний) – 49, ФТ – 41, AIS – 25

Б



Ранговая значимость предикторов: ASIA – 100; ДУ₁ (наилучший односторонний) – 56, ДУ₂ (двусторонний) – 46; ФТ – 44, AIS – 22, ТДп (тип денервации справа) – 15; ТДл (тип денервации слева) – 10

Рисунок 40 – Ранги значимости предикторов функциональной независимости пациентов (третья модельная группа)

Неврологические предикторы функциональной независимости (факторный анализ)

Для проверки полученных результатов был проведен факторный анализ. С помощью метода главных компонент (трехфакторное группирование) была выполнена факторизация 28 переменных: 7 факторов неврологических (двигательный счет ASIA для верхней конечности, полнота повреждения, разные виды двигательного уровня), 12 факторов СЭНМГ (МО и группа денервации для срединного, локтевого, большеберцового нервов), 5 демографических факторов (пол, возраст пациента, давность СМТ, срок первичного поступления в реабилитационный центр после СМТ, общее количество курсов реабилитации), 4 остальных фактора (наличие ОГ, ФТ, значимых контрактур суставов кисти и грубых контрактур в суставах нижних конечностей) – что позволило выделить три группы факторов (график каменистой осыпи на рисунке 41).

В первой группе факторов (собственные значения группы – 13,3, общая дисперсия – 38%) значимыми факторами нагрузки являлись клиничко-неврологические показатели: наибольший односторонний двигательный уровень – фактор нагрузки равен 0,86; ASIA_{рука} – 0,89, интересно, что полнота повреждения (ПП) не имела значимой нагрузки; во вторую группу вошли СЭНМГ-параметры (собственные значения – 3,8, процент общей дисперсии – 10,9%), значимой была амплитуда МО со срединного нерва (факторы нагрузки 0,85); в третьей группе (собственные значения – 2,9, процент общей дисперсии – 8,3%) был только один значимый фактор – это срок поступления в реабилитационный центр «до 6 месяцев после СМТ» (фактор нагрузки – 0,74).

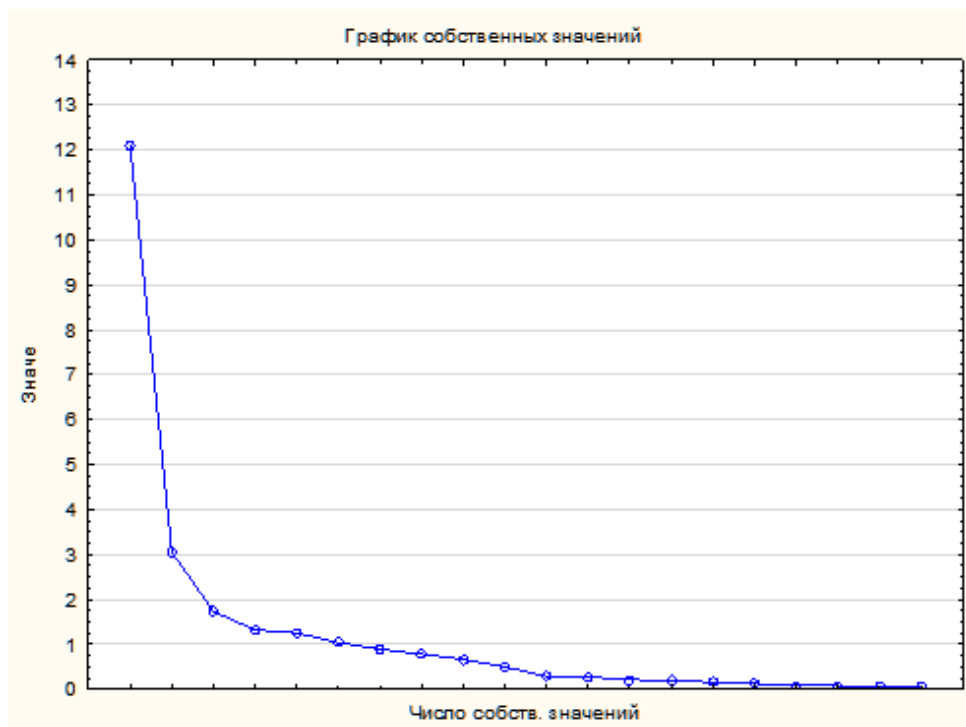


Рисунок 41 – Факторный анализ, график каменистой осыпи

Из сказанного можно сделать вывод, что наибольшее прогностическое значение имел клинический показатель – уровень двигательного повреждения и двигательный счет для верхней конечности ASIA. При построении модели множественной регрессии, включавшей три наиболее значимых фактора (см. выше), для FIM_m R₁ равен 0,81; R₂ равен 0,66, при этом значимым предиктором являлся только двигательный счет ASIA_{рука} (раздельный коэффициент R₁=0,81 для FIM_m). Таким образом, данные, полученные методом классификационного, факторного, корреляционного анализа, нашли свое взаимное подтверждение в том, что ведущее прогностическое значение для функциональной независимости приобретает двигательный счет ASIA для верхней конечности, а дополнительное значение приобретают начало специализированной реабилитации в срок менее 6 месяцев после СМТ, амплитуда МО со срединного нерва.

3.5.2. Функциональный тенодез как предиктор функциональной независимости

Выше было показано высокое предикативное значение кистевого функционального тенодеза. В связи с этим нами было прослежено формирование функционального тенодеза кисти (ФТ) как важнейшей основы формирования пассивной функциональной кисти и улучшение хватательной функции верхней конечности, начиная с первых месяцев после СМТ.

В первой модельной группе (модель А) ФТ имелся у 32 (65%) пациентов, при этом 1 пациент с умеренными нарушениями жизнедеятельности не имел ФТ (ассиметричный ДУ). Известно, что у 12 пациентов ФТ появился в сроки от 3 до 6 месяцев (табл. 37). Контрактуры суставов кисти и/или лучезапястного сустава (контрактуры) были выявлены у 10 (20%) пациентов.

Таблица 37 – Сопряженность между функциональной независимостью и ФТ в группе ПСМ менее 6 месяцев (группа А)

ФТ	Функциональная независимость (50% по МКФ)		
	≥42 баллов (1)	<42 баллов (0)	Всего
Есть (1)	4	28	32
Нет (0)	1	16	17
Всего	5	44	49

При логит-регрессионном анализе зависимости ограничения жизнедеятельности 50% по МКФ от наличия ФТ достоверной корреляции между признаками обнаружено не было ($\chi^2=0,6$; $p=0,44$). Чувствительность теста ФТ составила 80,0% (негативный тест не подтверждает заболевание, т.е. отсутствие ФТ указывает на наличие выраженной функциональной зависимости), специфичность – 64% (позитивный тест подтверждает заболевание, т.е. наличие ФТ указывает на отсутствие выраженной функциональной зависимости), общая чувствительность ФТ – 40,8% (у 40,8% пациентов тест правильно диагностирует выраженное (0) или умеренное и легкое ограничение самообслуживания (1), отношение правдоподобия для положительного теста (LR+) – 2,19 (положительный результат теста в 2,19 раза более вероятен у пациента с умеренным и легким ограничением самообслуживания, чем с тяжелым); отношение правдоподобия для отрицательного теста (LR–) – 0,31.

Во второй модельной группе (модель В) ФТ был выявлен у 65 (87%), отсутствовал у 10 пациентов (см. табл. 72); при этом число случаев ФТ через 6 месяцев после СМТ было 50, таким образом, его прирост за период 6-12 месяцев составил 15 случаев (20%). Все пациенты с невыраженными нарушениями жизнедеятельности имели ФТ (табл. 38). Контрактуры суставов кисти были выявлены у 18 (24%) пациентов, при сравнении их представленности с периодом до 6 месяцев СМТ – 10 (20%) статистически значимой разницы обнаружено не было ($\chi^2=0,2$; $p=0,64$).

Таблица 38 – Сопряженность между ФТ и функциональной независимостью в группе ПСМ менее 12 месяцев (группа В)

ФТ	Функциональная независимость (50% по МКФ)		
	≥42 баллов (1)	<42 баллов (0)	Всего
Есть (1)	43	22 (b)	65
Нет (0)	0	10 (d)	10
Всего	43	32	75

Соответственно, в данный промежуток 6-12 месяцев после СМТ определялось статистически значимое увеличение числа пациентов, имеющих ФТ относительно промежутка до 6 месяцев после СМТ ($\chi^2=13,3$; $p=0,00$), и снижение числа пациентов с выраженным ограничением жизнедеятельности при минимальном изменении неврологического статуса. В логит-регрессионном анализе зависимости ограничения жизнедеятельности на 50% по МКФ от ФТ была обнаружена достоверная связь между признаками ($\chi^2=19,1$; $p=0,00$), доля предсказаний «0» – 31,3%, доля предсказаний «1» – 100%, отношение шансов – 21,5, доля

верных положительных предсказаний – 93,9%, верных отрицательных – 57,9%. Специфичность теста ФТ составила 100,0%, чувствительность – 69%, общая чувствительность теста – 71%, отношение правдоподобия (LR+) – 3,19.

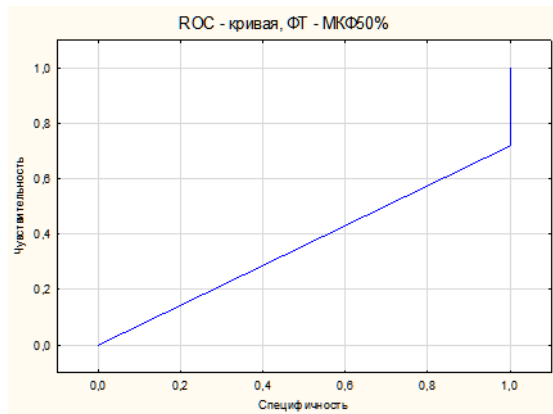
В третьей модельной группе (модель С) структура основной группы по ФТ изменялась с течением времени: так, ФТ наблюдался у 162/190 (85%) пациентов (см. табл. 40), в том числе с давностью 12 месяцев и более, и у 134 (70%) этих же больных с давностью травмы менее 6 месяцев, соответственно, общая прибавка ФТ за период наблюдения составила 28 случаев (табл. 39). Учитывая, что в период 3-6 месяцев после СМТ ФТ сформировался у 12 пациентов, в период 6-12 месяцев – у 15, получалось, что только у 1 пациента ФТ появился в срок более чем через 12 месяцев после СМТ. Среди 162 пациентов ФТ встречался по двигательному уровню (хотя бы на одной руке) у 5 (35%) пациентов с С₄, у 22 (61%) – с С₅, у 63 (94%) – с С₆, у 49 (98%) – с С₇, у 16 (100%) – с С₈, у 7 (100%) – с D₁. Число пациентов с контрактурами суставов кисти и/или лучезапястного сустава составило 57 (30%), значимых различий по распространенности контрактур кисти в сравнении с моделью с давностью СМТ менее 6 месяцев не было ($\chi^2=1,4$; $p=0,23$).

В логит-регрессионном анализе зависимости ограничения жизнедеятельности 50% по МКФ от ФТ была обнаружена достоверная зависимость между признаками ($\chi^2=55,3$; $p=0,00$); отношение шансов – бесконечность, доля верных предсказаний «0» – 35,0%, «1» – 100%. Специфичность ФТ – 100%, чувствительность – 65%, общая чувствительность – 73%, отношение правдоподобия (LR+) – 2,86.

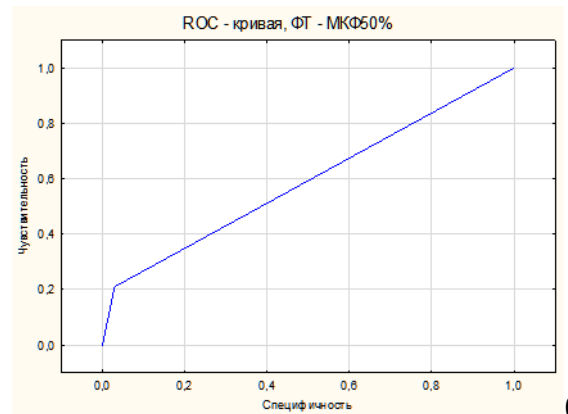
Таблица 39 – Сопряженность между функциональной независимостью и ФТ в группе СМТ более 12 месяцев

ФТ	Функциональная независимость (50% по МКФ)		
	≥42 баллов (1)	<42 баллов (0)	Всего
Есть (1)	110	52	162
Нет (0)	0	28	28
Всего	110	80	190

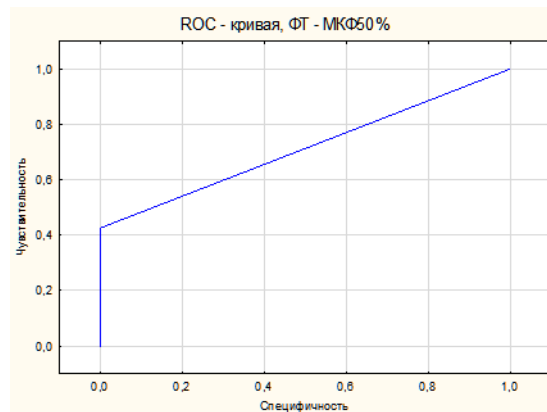
Предикативная мощность ФТ определялась путем бинарной классификации ограничения жизнедеятельности (граница функциональной независимости 50% по МКФ) с помощью построения ROC-кривых (Receiver Operation Characteristic) и определения площади под кривой. В первой группе площадь под кривой составила 0,36, во второй группе – 0,59, в третьей группе – 0,71. Обращает на себя внимание тот факт, что указанные модели классификации являлись статистически незначимыми (прогностическая сила модели считалась значимой при AUG более 0,80) (рис. 42).



(давность ПСМ менее 6 мес.)



(давность ПСМ менее 12 мес.)



(давность ПСМ более 12 мес.)

Рисунок 42 – Предикативное значение ФТ на уровень функциональной независимости (МКФ50%) в разных модельных группах

Таким образом, в раннем периоде до 6 месяцев после СМТ большее значение имеет чувствительность, т.е. отсутствие ФТ указывало с высокой степенью вероятности (80%) на выраженное ограничение самообслуживания, другими словами, при нетяжелой функциональной независимости ФТ имеется. В позднем периоде (12 месяцев и более после СМТ) большее значение уже приобретает специфичность (100%), наличие ФТ указывает на отсутствие выраженного ограничения самообслуживания. В целом предикативная мощность ФТ невысокая AUC (0,36-0,71) и возрастает в более поздние сроки после СМТ. Контрактуры суставов кисти в первые 6 месяцев были у 10 (20%), в первые 12 месяцев – у 18 (24%), более 1 года – у 57 (30%) пациентов.

3.5.3. Предикторы функциональной активности верхней конечности

Учитывая высокое значение функций верхней конечности для функциональной независимости и качества жизни, мы изучили предикторы, их определяющие, в модельной группе С (более 12 месяцев). Для этого была модифицирована шкала VLT, из которой был

исключен домен «баланс» (VLT_m), после чего общая максимальная сумма этой шкалы составила 80 баллов. Количество контрактур суставов пальцев и кисти и значимый гипертонус сгибателей пальцев кисти было обнаружено у 57 (30%) пациентов, а функциональный тенодез был сформирован у 162 (85%) пациентов.

В группе $VLT_m 25\%$ (1) (значение шкалы VLT в 20 и более баллов, порог 25% по МКФ) оказалось 133 пациентов, общий ДУ составил $6,6 \pm 1,07$ сегмент спинного мозга, распределение пациентов по ДУ было следующим: C_4 – у 4, C_5 – у 12, C_6 – у 49, C_7 – у 46, C_8 – у 15, D_1 – у 7, соответственно, C_4 - C_6 было у 65 (49%); C_7 - D_1 было у 68 (51%), по типу повреждения А – у 73, В – у 12, С – у 36, D – у 11, Е – у 1 пациента, соответственно, типы А и В были у 85 (64%), типы С, D и Е – у 48 (36%) пациентов. В группу $VLT_m 25\%$ (0) (менее 20 баллов) вошло 57 пациентов с общим ДУ $5,3 \pm 0,91$, распределение по ДУ: C_4 – 10, C_5 – 24, C_6 – 18, C_7 – 4, C_8 – 1, соответственно, C_4 - C_6 – у 52 (91%), C_7 - C_8 – у 5 (9%) пациентов, по полноте повреждения: типы А и В были у 49 (86%), тип С – у 8 (14%) пациентов, общее значение – $1,3 \pm 0,72$.

В группу $VLT_m 50\%$ (1) (40 и более баллов, порог 50% по МКФ) вошло 86 пациентов с общим ДУ $6,9 \pm 1,11$, распределение по ДУ было следующим: C_4 – у 2, C_5 – у 6, C_6 – у 21, C_7 – у 35, C_8 – у 15, D_1 – у 7, соответственно, C_4 - C_6 – у 29 (34%), C_7 - D_1 – у 57 (66%) пациентов, по типу повреждения: тип А и В был у 43 (50%) пациентов, С и D – у 43 (50%) пациентов, общее значение составило $2,3 \pm 1,13$. В группе $VLT_m 50\%$ (0) (менее 40 баллов) имелось 104 пациента с общим ДУ $5,6 \pm 0,91$ с распределением по C_4 – у 12, C_5 – у 30, C_6 – у 46, C_7 – у 15, C_8 – у 1 пациента, соответственно, ДУ C_4 - C_6 – у 88 (85%), C_7 - C_8 – у 16 (15%) пациентов, тип повреждения А и В был у 91 (87%), тип С – у 13 (12%) пациентов, общее значение составляло $1,3 \pm 0,68$.

Вполне закономерно наличие между группами при точке отсечения в 25% и 50% по МКФ принципиально одинаковых различий, связанных с преобладанием пациентов с ДУ C_4 - C_6 и с полным двигательным повреждением (типы А и В) в группах классификации (0), увеличение доли пациентов с ДУ C_7 - D_1 , полнотой повреждения – типы С и D в группах классификации (1).

При оценке взаимосвязи СЭНМГ и функции верхней конечности (VLT_m) удалось построить корреляционную матрицу для 44 пациентов (VLT_m составил всего $19 \pm 6,2$ баллов), МО не имел корреляции с VLT_m , однако была обнаружена умеренная взаимная корреляция (* $p < 0,05$) между МО локтевого и срединного нервов, что указывает на достаточность обследования с помощью СЭНМГ в дальнейшем только одного нерва (табл. 40).

Таблица 40 – Корреляция между МО локтевого и срединного нерва и шкалой VLT_m

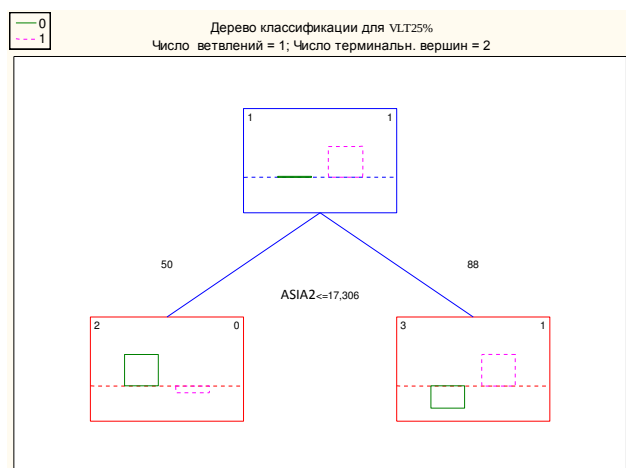
Нервы *	ЛНП	ЛНЛ	СНП	СНЛ	Шкала VLT _m
ЛНП	1,00	0,73*	0,61*	0,45*	0,21
ЛНЛ	0,73*	1,00	0,68*	0,70*	0,20
СНП	0,61*	0,68*	1,00	0,71*	0,16
СНЛ	0,45*	0,70*	0,71*	1,00	0,16

Примечание: ЛНП – n. Ulnaris dex, ЛНЛ – n. Ulnaris sin, СНП – n. Medianus dex, СНЛ – n. Medianus sin

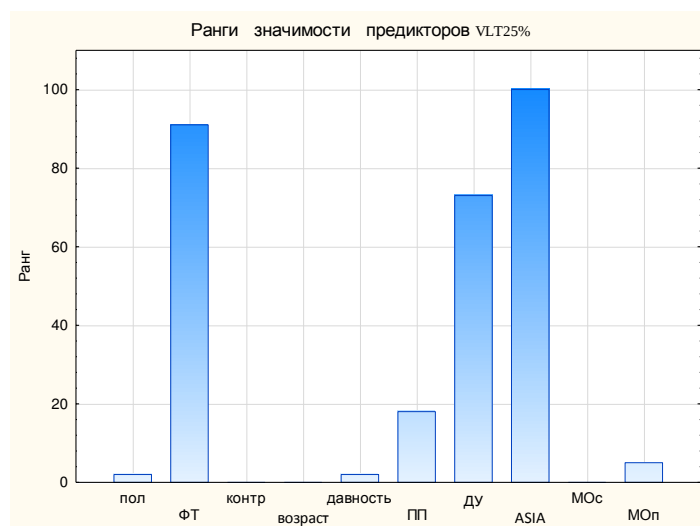
При построении деревьев классификации учитывались порядковые (7) и категориальные предикторы (3): пол, возраст пациента, давность СМТ, полнота повреждения (ПП), двигательный уровень (ДУ), двигательный счет для верхней конечности (ASIA_{рука}), наличие функционального тенодеза (ФТ), ограничение подвижности в пальцах кисти более 30 гр. («контр.»), амплитуда МО со срединных нервов (МОс, МОп) (МО с локтевых нервов был исключен из анализа в связи с недостаточным количеством наблюдений).

При анализе групп в зависимости от порога VLT_m 25% объем обучающей выборки составил 138 наблюдений, дерево классификации имело только одно ветвление в точке ASIA_{рука}, равное 17,3 балла, в терминальную вершину (0) было классифицировано 47 пациентов с априорной вероятностью 0,34, а в терминальную вершину (1) – 91 пациент с априорной вероятностью 0,66 (см. рис. 43А). Ранговая значимость предикторов (одномерное ветвление) составила для счета ASIA_{рука} – 100, для ФТ – 91, для ДУ – 73, для ПП – 18, для МО срединных нервов – 0–5; для давности ПСМ – 2, для пола – 2, для возраста – 0. Многовариативная регрессионная модель ($R=0,67$, $R_2=0,45$, $F=38,00$, $p=0,00$) подтвердила, что наибольший вес принадлежит предиктору ASIA_{рука} ($\beta=0,25$, $t=2,39$, $p=0,02$) и ФТ ($\beta=0,41$, $t=6,47$, $p=0,00$) (см. рис. 43Б).

При анализе групп в зависимости от порога VLT_m 50% (объем обучающей выборки составил 138 наблюдений) дерево классификации имело только одно ветвление в точке ASIA_{рука}, равное 26,9 баллов, в терминальной вершине (0) было классифицировано 83 пациента с априорной вероятностью 0,60, а в терминальной вершине (1) – 55 пациента с априорной вероятностью 0,40 (рис. 44А). Ранговая значимость предикторов (одномерное ветвление) составила для двигательного счета ASIA_{рука} 100, для ДУ – 59, для ПП – 50, для ФТ – 28, для амплитуды МО срединных нервов – 3–5; для давности ПСМ – 1, для пола – 0, для возраста – 5 (рис. 44Б). Многовариативная регрессионная модель ($R=0,69$, $R_2=0,47$, $F=42$, $p=0,00$) подтвердила, что наиболее весомыми являются предикторы ASIA_{рука} ($\beta=0,29$, $t=2,8$, $p=0,00$) и ДУ ($\beta=0,25$, $t=2,8$, $p=0,00$).



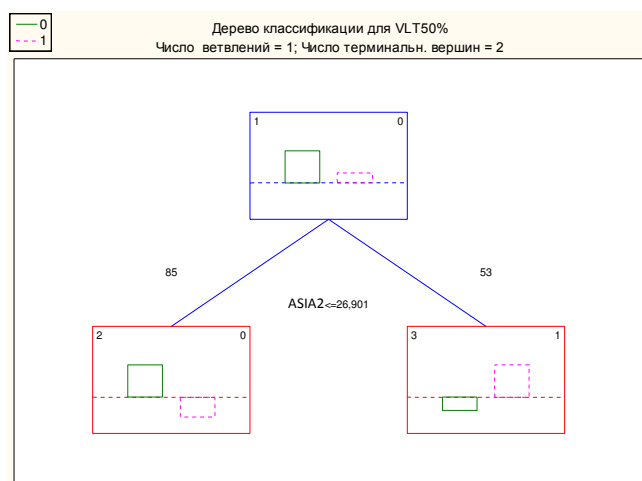
А



Б

МОс – ПСМ срединного нерва слева, МОп – ПСМ срединного нерва справа

Рисунок 43 – Граф дерева классификации и ранговая значимость предикторов для порога VLT_m 25%



А



Б

Рисунок 44 – Граф дерева классификации и ранговая значимость предикторов для порога VLT_m 50%

Полученные результаты указывают, что ведущим механизмом является сохранность ключевых мышц верхней конечности, что связано с такими предикторами, как двигательный счет верхней конечности ASIA и ДУ, при этом у более тяжелых пациентов (VLT_m25%) определенную роль начинает играть ФТ, который, как показывает практика, реализуется ими в основном за счет компенсаций, адаптивных приемов и/или приспособлений. Следует отметить, что у пациентов с полным двигательным повреждением двигательный счет для верхней конечности в 17 баллов соответствует ДУ C₆, а в 27 баллов – ДУ C₇. Значимость таких

предикторов, как амплитуда МО, давность СМТ, контрактуры суставов кисти и/или лучезапястного сустава, пол и возраст пациентов, не получила подтверждения, что, вероятно, связано с многофакторностью формирования заместительных двигательных функций, процессами нейрональной и биомеханической адаптации и обучения.

3.6. Функциональные и неврологические изменения при длительном наблюдении

3.6.1. Общие изменения за весь период ретроспективного наблюдения

Мониторинг за клинико-функциональным состоянием после СМТ (продольное исследование), включавший комплексные обследования пациентов ($n=190$), проводился перед началом первого курса реабилитации (точка 1, T_1), по окончании первого курса реабилитации (точка 2, T_2), через год после первичного реабилитационного курса (точка 3, T_3), через 2-9 лет после первичного реабилитационного курса (точка 4, T_4). Всего каждый пациент за весь период ретроспективного наблюдения получил 4 (3,0; 6,0) ($Mn=4,1$) реабилитационных курсов, часть пациентов с тетраплегией при первичном поступлении в реабилитационный центр проходила подряд от двух до трех курсов [2 (1,0; 4,0) ($Mn=2,2$)] 30-дневной реабилитации по согласованию с ДСЗ г. Москвы. В зависимости от момента поступления на реабилитацию количество курсов в одну госпитализацию в срок более 12 месяцев после СМТ было равно одному 1 (1,0; 2,0) ($Mn=1,8$) курсу (1 курс – 62%, 2 курса – 29%, 3 курса – 5%) против 2 (2,0; 3,0) ($Mn=2,8$) курсов в срок менее 12 месяцев после СМТ (1 курс – 12%, 2 курса – 39%, 3 курса – 37%) ($p=0,01$); общее количество курсов в зависимости от давности поступления в реабилитационный центр после СМТ было равным четырем 4 (3,0; 5,0) против четырех 4 (3,0; 6,0) ($p=0,65$) соответственно.

За весь период ретроспективного наблюдения (T_4-T_1) было отмечено 28 (15%) случаев изменения неврологического статуса: 26 (14%) положительных (срок в первые 6 месяцев после ПСМ) и два (1%) отрицательных (в срок более 12 месяцев после ПСМ). Положительные изменения по уменьшению степени полноты повреждения были отмечены у шести (3%) пациентов, а в двигательном уровне – у 20 (11%) пациентов, при этом только у двух (1%) пациентов одновременно были отмечены изменения в уровне и типе повреждения спинного мозга, все они произошли в первые 3 месяца после СМТ. ДУ в большинстве случаев снизился на один уровень, а снижение на два уровня было зафиксировано только в трех (1,5%) случаях. Изменения по типу повреждения произошли в трех случаях с типа С на D, во двух случаях – с типа А на В, в одном случае – с типа В на С.

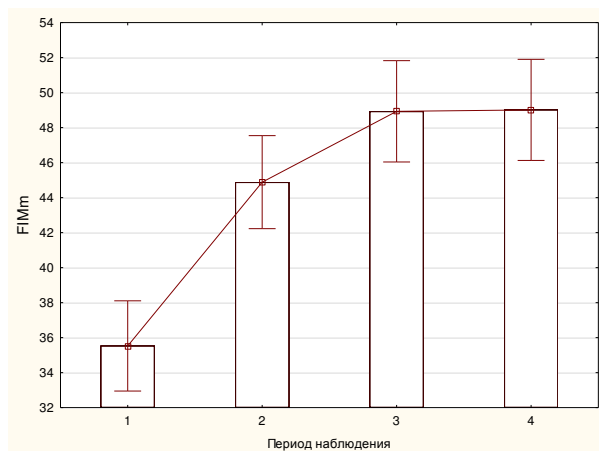
Следует отметить, что у трех пациентов (1,5%) в анамнезе было отмечено ухудшение функционального статуса в позднем периоде СМТ, при этом у двоих (1%) оно было

обусловлено ухудшением в неврологическом статусе в результате развития прогрессирующей сирингомиелии (оба пациента в последующем стали иметь ДУ С₇, см. клинические примеры), у третьего пациента ухудшение возникло в результате нарастания спастичности и развития смешанных суставных контрактур верхних конечностей (ДУ С₆). Отсутствие функциональных изменений за время наблюдения отмечалось по шкале VLT у 5(3%) пациентов (ДУ С₄ – 4 пациента, ДУ С₆ – 1 пациент), по шкале FIM_m – у 4(2%) пациентов (все пациенты были с ДУ С₄).

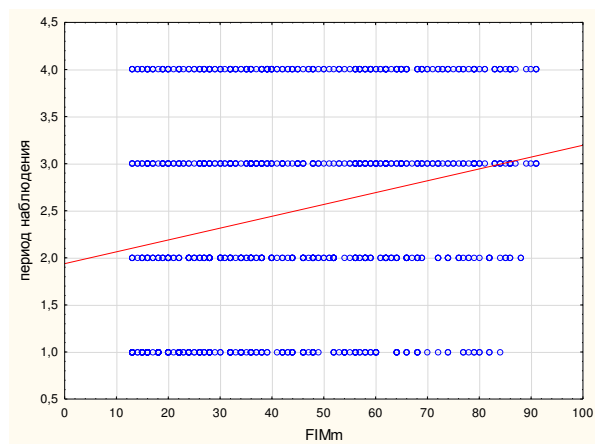
Таблица 41 – Динамика изменения функционального состояния за период наблюдения (дисперсионный анализ повторных измерений)

Шкалы	1-я точка (Т ₁)	2-я точка (Т ₂)	3-я точка (Т ₃)	4-я точка (Т ₄)
FIM _m	35±10,6	44±14,8	48±15,6	49±16,5
VLT	30±10,8	45±16,4	49±16,9	49±15,8

Как видно из таблицы 41 и рисунков 45 и 46, наиболее динамичным был первый временный реабилитационный период (Т₂-Т₁), который включал у большинства пациентов несколько реабилитационных курсов.



FIM_m, (Mn±95% CI)

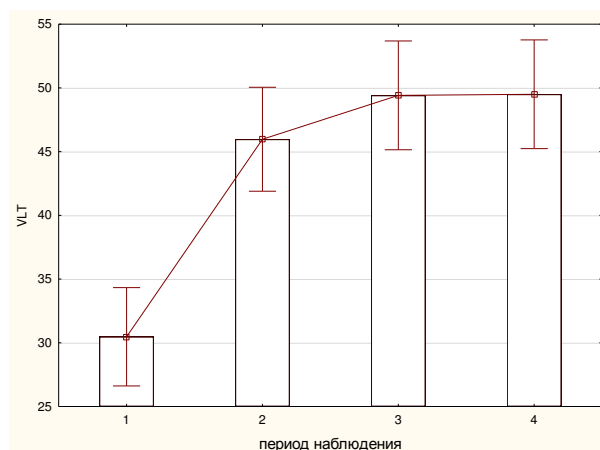


FIM_m, диаграмма рассеяния

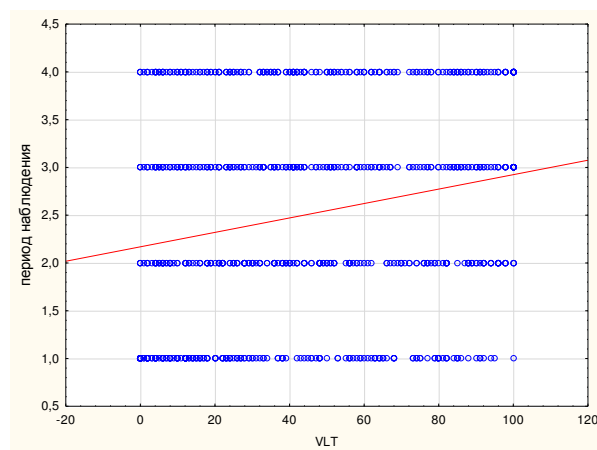
1 – Т₁, 2 – Т₂, 3 – Т₃, 4 – Т₄

Рисунок 45 – Динамика изменений функционального статуса за период наблюдения по шкале FIM_m

За период наблюдения изменения по шкале FIM_m (критерий Фишера F=21; p=0,00) и шкале VLT (критерий Фишера F=19, p=0,00) имели одинаковую траекторию в виде выхода на плато, наблюдаемое в точках наблюдения Т₃, Т₄, что соответствовало у всех пациентов периоду 12 месяцев после СМТ (критерий Тьюки: MS=424; p=0,00 для шкалы FIM_m; MS=49, p=0,00 для шкалы VLT). В обоих случаях критерий Левена был статистически незначимым и для FIM_m составил F=1,02; p=0,12; для VLT – F=0,7, p=0,24.



VLT (Mn±95% CI)



VLT, диаграмма рассеяния

Рисунок 46 – Динамика изменений функционального статуса за период наблюдения по шкале VLT

По окончании наблюдения (T_4) клинико-функциональная структура пациентов по шкалам FIM_m, VLT не претерпела существенных изменений в сравнении с начальным временным промежутком (T_1), сохраняя четкую пропорциональность между двигательным уровнем, полнотой повреждения и уровнем функциональных возможностей как в целом, так и верхней конечности (табл. 42).

Таблица 42 – Характеристики пациентов по клинико-функциональному признаку в конце периода наблюдения (T_4)

Неврологический статус	Количество пациентов	Шкала FIM _m	Шкала VLT
C ₄ ДУ	14 (7%)	28,5±8,92	20,1±7,98
C ₅ ДУ	36 (19%)	34,7±9,89	27,5±8,47
C ₆ ДУ	67 (36%)	47,6±12,67	42,8±12,45
C ₇ ДУ	50 (26%)	61,7±13,77	64,3±13,00
C ₈ ДУ	16 (8%)	72,7±15,02	89,8±17,54
D ₁ ДУ	7 (4%)	82,1±5,18	100,0±0,00
А тип	118 (62%)	43,1±18,88	38,3±16,14
В тип	16 (9%)	57,1±18,85	58,9±13,36
С тип	44 (23%)	60,1±20,04	67,3±21,65
Д тип	11 (6%)	84,4±5,60	87,2±14,77
Е тип	1 (1%)	85	100
Итого:	190 (100%)	49±16,5	49±15,8

Общая динамика изменений клинико-функционального статуса за период наблюдения T_4 - T_1 составила по VLT 19 (12,0; 29,0) баллов, по FIM_m – 14 (5,0; 21,0) баллов, естественно

динамика была меньше за первый период наблюдения (T_2-T_1) относительно (T_4-T_1) (табл. 43). Обращало на себя внимание тот факт, что наибольший функциональный прирост наблюдался по шкале FIM_m у пациентов с ДУ С₈ – 14 (9,0; 32,0), D₁ – 30 (8,0; 38,0) баллов, по шкале VLT с ДУ С₆ – 19 (11,0; 28,0), с ДУ С₇ – 21 (16,0; 28,0), с ДУ С₈ – 22 (16,5; 36,0) балла, а наименьший прирост по обеим шкалам отмечался у пациентов с ДУ С₄, ДУ С₅ по шкале FIM_m – 3 (0,0; 6,0) и 8 (4,0; 14,0), по шкале VLT – 6 (1,0; 11,0) и 10,5 (4,5; 17,0) балла соответственно. Следует отметить, что при сравнении динамики изменений за периоды T_1-T_2 и T_4-T_1 в зависимости от ДУ в группах С₆, С₇, С₈ отмечалась более однонаправленная и выраженная положительная динамика, что подчеркивает их высокую функциональную однородность и указывает на низкий реабилитационный потенциал пациентов с ДУ С₄, С₅.

По полноте повреждения суммарная динамика (T_4-T_1) не показала преимуществ для какой-либо из групп. Изменения по шкале FIM_m составили для типа А – 10 (4,0; 19,0) баллов, типа В – 13 (8,0; 24,0), типа С – 10 (5,0; 21,0), типа D – 16 (7,0; 35,0), типа Е – 21 (21,0; 21,0) баллов ($p=0,50$; $\chi^2=3,3$, медианный тест). По шкале VLT изменения составили для типа А – 19 (11,0; 29,0) баллов, типа В – 19 (8,0; 32,0); типа С – 20 (14,0; 33,0); типа D – 20 (12,0; 22,0) типа Е – 37 (37,0; 37,0) балла ($p=0,66$; $\chi^2=2,4$).

Таблица 43 – Динамика изменений функциональных шкал в зависимости от ДУ*

ДУ	$\Delta FIM (T_2-T_1)$	$\Delta FIM (T_4-T_1)$	$\Delta VLT (T_2-T_1)$	$\Delta VLT (T_4-T_1)$
С ₄	2,5 (0,0; 4,0)	3 (0,0; 6,0)	5 (1,0; 9,0)	6 (1,0; 11,0)
С ₅	5 (4,0; 8,5)	8 (4,0; 14,0)	8 (4,5; 14,50)	10,5 (4,5; 17,0)
С ₆	8 (5,0; 14,0)	12 (8,0; 20,0)	18 (10,0; 22,0)	19 (11,0; 28,0)
С ₇	8 (4,0; 12,0)	10 (6,0; 18,0)	18 (13,0; 24,0)	21 (16,0; 28,0)
С ₈	9 (6,0; 18,0)	14 (9,0; 32,0)	21 (11,0; 30,0)	22 (16,5; 36,0)
D ₁	18 (5,0; 23,0)	30 (8,0; 38,0)	7 (3,0; 12,0)	12 (5,0; 18,0)
Итого:	9 (4,0; 12,0)	14 (5,0; 21,0)	15 (8,0; 21,0)	19 (12,0; 29,0)

Примечание: * Δ – изменение показателей в процессе наблюдения, рассчитывается путем простого вычитания из второго первого

При анализе изменения функциональных шкал во временном промежутке T_2-T_1 была отмечена положительная корреляция ДУ с FIM_m ($r=0,25$) и с VLT ($r=0,26$) и отрицательная с давностью СМТ ($r=-0,17$ и $-0,38$ соответственно для шкал VLT и FIM_m), с полом пациентов корреляционной зависимости обнаружено не было, у шкалы FIM_m имелась корреляция с полнотой повреждения (AIS) $r=0,14$ ($p<0,05$). Во временном периоде T_4-T_1 была обнаружена положительная корреляция с количеством курсов реабилитации только для шкалы VLT ($r=0,18$,

$p < 0,05$), для шкалы FIM_m значения коэффициента Спирмена ($r = 0,08$) были статистически незначимыми. Корреляция изменений функциональных шкал в зависимости от ДУ была выше и составляла для шкалы FIM_m $r = 0,30$, для шкалы VLT – $r = 0,34$.

Для изучения взаимного влияния полноты повреждения и двигательного уровня повреждения спинного мозга на функциональное состояние использовался многофакторный дисперсионный анализ с взаимодействием. Так, в начале периода наблюдения (T_1) пересечение эффектов отсутствовало, в то же время в конце периода наблюдения (T_4) было обнаружено их взаимное влияние для шкалы FIM_m ($F = 2,52$; $p = 0,00$) и отсутствие пересечения эффектов для шкалы VLT ($F = 1,71$; $p = 0,07$), в итоге можно говорить об отсутствии взаимного влияния типа повреждения и ДУ на двигательную функцию верхних конечностей.

Таким образом, чем ниже был ДУ повреждения, тем была более выраженная положительная функциональная динамика, в то же время с увеличением давности СМТ позитивные изменения становились менее выраженными, с увеличением курсов реабилитации положительные изменения были отмечены только для верхних конечностей (шкала VLT).

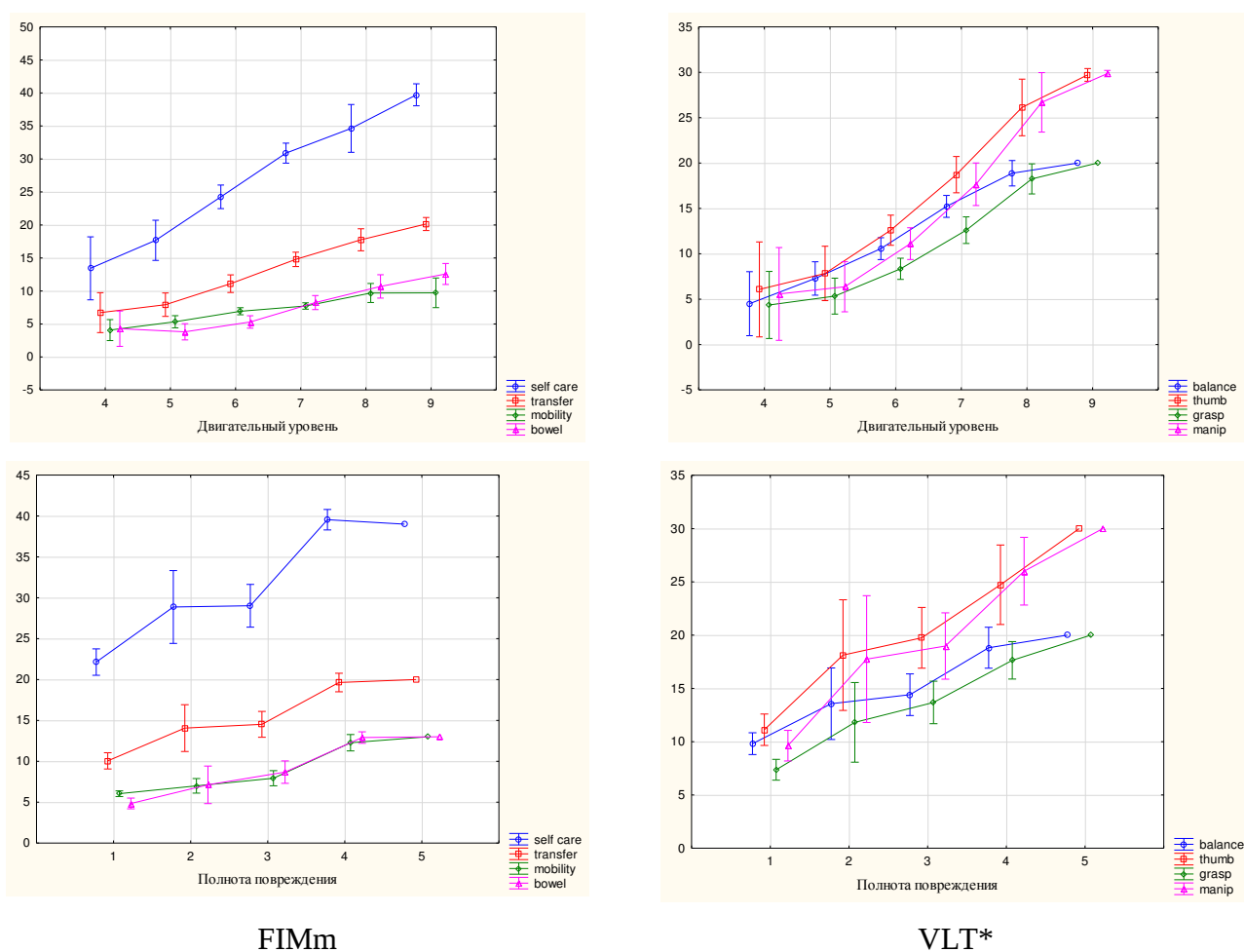
3.6.2. Стабильность КРГ в процессе ретроспективного наблюдения

В конце периода наблюдения (T_4) были повторно изучены границы функциональной неоднородностью для уточнения границ КРГ ($n = 190$). По домену «баланс» шкалы VLT граница функциональных различий находилась между ДУ C₄-C₅-C₆ и C₇-C₈-D₁, при этом баланс пациентов с ДУ C₆ отличается от всех остальных подгрупп ($MS = 22,4$; $p = 0,00$). По домену «1 палец» не было различий между пациентами с ДУ C₄-C₅-C₆ ($MS = 53,4$; $p = 0,00$), соответственно, ключевым являлся ДУ C₇. По доменам «2-5 пальцы» и «манипуляции» не были обнаружены различия между подгруппами C₄-C₅-C₆ и C₇-C₈-D₁ ($MS = 57,8$ и $27,7$; $p = 0,00$), соответственно, переходным является ДУ C₆-C₇.

При уточнении границ для доменов шкалы FIM_m в домене «тазовые функции» различий внутри групп с ДУ C₄-C₅-C₆ и C₇-C₈-D₁ обнаружено не было ($MS = 14,1$; $p = 0,00$), соответственно, переходной зоной является ДУ C₆-C₇. По домену «мобильность» были обнаружены различия между ДУ C₆ и C₄, ДУ C₇-C₈ и C₄-C₅ ($MS = 5,2$; $p = 0,02$), соответственно, переходным был ДУ C₆, по «трансферу» однородными были группы с ДУ C₄-C₅-C₆ и C₇-C₈-D₁, соответственно, переходным является ДУ C₆-C₇ ($MS = 22,7$; $p = 0,00$), в домене «самообслуживание» не было различий между пациентами с ДУ C₄-C₅, C₇-C₈-D₁ ($MS = 50,8$; $p = 0,00$), соответственно, переходная граница проходила по ДУ C₆.

При этом критерий Левена не достигал значимого уровня для всех пациентов по доменам VLT: «баланс» $SS = 20$, $p = 0,27$; «1 палец» $SS = 12$, $p = 0,62$; «2-5 пальцы» $SS = 21$, $p = 0,25$;

«манипуляции» $SS=13$; $p=0,60$), для доменов FIM_m критерий Левена также был незначимым по всем доменам: «самообслуживание» ($SS=31$; $p=0,12$); «трансфер» ($SS=18$; $p=0,48$); «мобильность» ($SS=29,9$; $p=0,14$); «тазовые функции» ($SS=39,6$; $p=0,07$), что подчеркивало однородность дисперсии во всех рассмотренных доменах. Многомерный дисперсионный анализ зависимости доменов функциональных шкал от ДУ и полноты повреждения спинного мозга в точке T₄ показал статистическую значимость как для доменов шкалы FIM_m (критерий Лямбда Уилкса составляет 0,27, F-критерий=15,6, $p=0,00$), так и для доменов шкалы VLT (критерий Лямбда Уилкса равняется 0,33, F-критерий=11,5, $p=0,00$) (рис. 47).



* См. обозначения к рис. 26

Рисунок 47 – Зависимость функционального статуса (FIM_m и VLT) от двигательного уровня и полноты повреждения в конце периода наблюдения

По окончании периода наблюдения по различиям среди пациентов в зависимости от полноты (типа) повреждения спинного мозга имела следующая картина. Домены FIM_m «самообслуживание», «мобильность» различались между типами А и В против С и D, тип В против D, тип D отличался от типов А, В, С ($MS=72,8$ и $4,7$ соответственно, $p=0,00$ и $p=0,03$), в домене «трансфер» типы А и В отличались против С и D ($MS=27,6$; $p=0,00$), домен «тазовые

функции» – типы А и В против С, D, тип D отличался только от типа А и В ($MS=14,5$; $p=0,00$). По домену «баланс» VLT типы А и В отличались от типов С и D ($MS=33,2$; $p=0,00$), домены «1 палец», «2-5 пальцы», «манипуляция» тип А отличался от аналогичных доменов типов С и D ($MS=71,2$; $32,5$; $75,1$ соответственно; все домены $p=0,00$).

При этом критерий Левена для всех доменов FIM_m был статистически недостоверный: «самообслуживание» ($SS=26$, $p=0,22$), «трансфер» ($SS=32$, $p=0,12$), «мобильность» ($SS=20$, $p=0,31$) – за исключением «тазовых функций» ($SS=91$; $p=0,00$). Для доменов VLT критерий Левена не достигал значимого уровня для всех доменов («баланс» $SS=32$; $p=0,11$; «2-5 пальцы» $SS=28$; $p=0,14$, «манипуляции» $SS=18$; $p=0,32$; домен «1 палец» $SS=16$; $p=0,38$). Типы С и D отличались между собой по домену «мобильность» (см. рис. 29).

Таким образом, по ДУ в ходе всего периода наблюдения по шкале VLT была обнаружена положительная динамика по домену «баланс» у пациентов с ДУ C_6 , а в доменах «1 палец», «2-5 пальцы» и «манипуляции» было отмечено сохранение однородности между пациентами с ДУ C_4 - C_5 - C_6 , что указывало на увеличение двигательных возможностей по этим доменам у пациентов с ДУ C_7 и некоторое приближение этих пациентов к пациентам с наиболее низким ДУ. По шкале FIM_m ДУ C_6 отделился от группы с ДУ C_4 - C_5 по доменам «мобильность» и «самообслуживание», по оставшимся доменами однородность группы C_4 - C_5 - C_6 оставалась неделимой. Исходя из этого, ДУ C_6 и C_7 являются переходными между группами пациентов с относительно высокими и низкими функциональными способностями, оцененными по доменам функциональных шкал FIM_m и VLT, что в свою очередь указывает на их относительно более высокую чувствительность к реабилитации и сравнительно высокий реабилитационный потенциал.

По полноте повреждения спинного мозга сохранилась некоторая общность по двигательным возможностям между типами повреждения А и В в сравнении с С и D. Существенных различий между типами повреждения (А и В) обнаружено не было по большинству доменов шкал FIM_m , VLT, таким образом, в результате реабилитации тип В не смог приобрести самостоятельного значения, подтвердив в функциональном аспекте совершенно четкую общность между пациентами с полным (тип А, В) и неполным (тип С, D) двигательным повреждением, акцентируя внимание на абсолютно обособленном значении типа D.

3.6.3. Динамика клинико-функционального статуса после СМТ

Особое значение принадлежит неврологическим изменениям в раннем периоде после СМТ, в связи с чем мы проследили судьбу пациентов группы А с давностью СМТ от 3 до 6

месяцев на протяжении 3, 6, 12 и более 12 месяцев после СМТ. Значительные положительные изменения в неврологическом статусе были отмечены у 26 (51%) пациентов. Для изучения изменчивости двигательного счета ($ASIA_{рука}$) и функционального состояния (FIM_m , VLT) во времени выполнялся дисперсионный анализ с повторными измерениями (межгрупповой фактор времени $R_1=4$). Однородность дисперсии была предварительно подтверждена тестом Левена для шкалы $ASIA_{рука}$ ($F=1,0$; $p=0,38$); для шкалы FIM ($F=0,8$; $p=0,52$); для шкалы VLT ($F=0,4$; $p=0,74$). В результате были обнаружены достоверные изменения по шкалам ASIA, FIM_m , VLT во времени (одномерный критерий Фишера: $F=18,1-29,0$, $p=0,00$; критерий сферичность Моучли $\chi^2=52,3-83,5$, $p=0,00$) (табл. 44, рис. 48).

Таблица 44 – Характеристика пациентов на протяжении 1 года и более после СМТ (n=49)

Характеристики	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев	>12 месяцев
ДУ	5,8±1,06	6,4±1,15	6,4±1,15	6,4±1,15
ПП*	1,6±0,86	1,7±0,99	1,7±1,04	1,7±1,04
$ASIA_{рука}$, баллы	20,3±5,00	25,3±6,10	25,8±6,46	25,8±6,46
VLT, баллы	28,4±10,39	47,5±15,48	53,1±16,44	53,2±16,24
FIM_m , баллы	22,7±9,35	40,6±15,69	49,0±16,15	49,7±16,34

Примечание: * ПП (кодирование типа повреждения): тип А – 1, тип В – 2, тип С – 3, тип D – 4, тип Е – 5

При оценке взаимного влияния типа повреждения и двигательного уровня на функциональный статус в начале периода ретроспективного наблюдения (T_1) пересечение влияния факторов было обнаружено для шкалы FIM_m ($F=2,62$ $p=0,04$) и не было обнаружено для шкалы VLT ($F=2,90$ $p=0,27$); в конце периода наблюдения (T_4) взаимодействие факторов не было выявлено для обеих шкал (FIM_m $F=1,08$ $p=0,39$; VLT $F=0,90$ $p=0,52$); тесты Левена для всех выборок и факторов показали хорошую однородность дисперсии ($p>0,05$).

В течение всего периода наблюдения изменения в клинико-функциональном статусе составили: для счета $ASIA_{рука}$ в срок 6 месяцев – $5\pm1,9$ баллов, в более поздние сроки среднее значение изменений составило менее 1 балла; для шкалы FIM_m в срок менее 6 месяцев – $18\pm6,1$ баллов; менее 12 месяцев – $8\pm3,1$ баллов; более 12 месяцев среднее значение изменений составило менее 1 балла; для шкалы VLT в срок менее 6 месяцев – $19\pm6,4$ баллов, менее 12 месяцев – $5,6\pm3,02$ балла, более 12 месяцев среднее значение изменений составило менее 1 балла. Полученные результаты указывали на наличие значимой положительной неврологической динамики только в первые 6 месяцев, функциональные изменения сохранялись в течение 12 месяцев после СМТ (рис. 48).

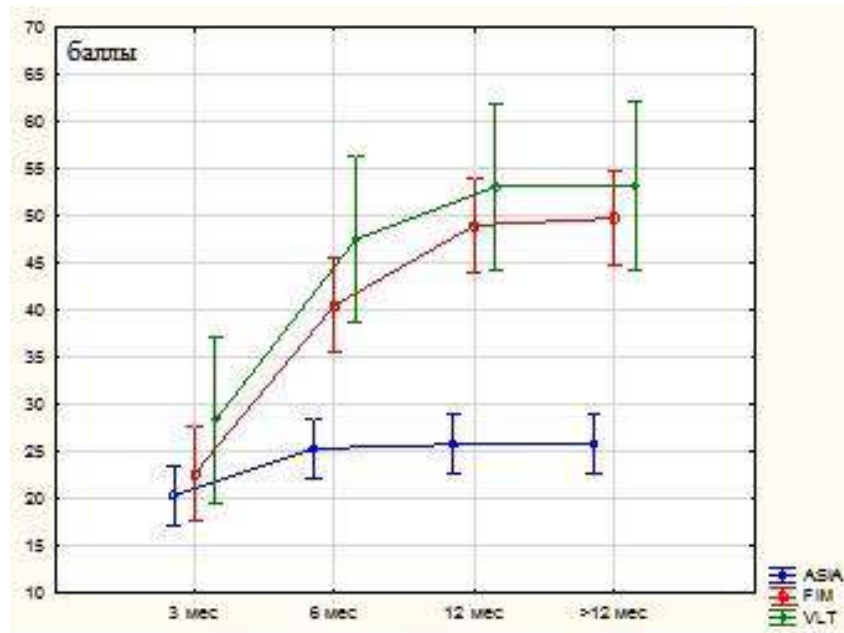


Рисунок 48 – Динамика изменений клинико-функциональных параметров у пациентов на протяжении 1 года и более после СМТ ($Mn \pm 95\% CI$)

Для оценки достоверности изменений по клинико-функциональным шкалам было выполнено множественное сравнение клинико-функциональных оценок в указанные временные промежутки (критерий Тьюки), которое показало наличие достоверных различий по шкале VLT только в срок между 3 и 6 месяцами ($p=0,01$); по шкале FIM_m достоверные различия были обнаружены в сроки между 3 и 6 месяцами ($p=0,00$), 6 и более 12 месяцев ($p=0,04$) после СМТ. Повторные изменения для двигательного счета ASIA_{рука} не достигли статистически значимого уровня, при этом не было и различий в срок между 3 и 6 месяцами ($p=0,11$), между 3 и 12 месяцами ($p=0,07$), между 3 и более 12 месяцев ($p=0,07$). Таким образом, статистически значимые изменения наблюдались только по шкалам VLT, FIM_m в первые 6 месяцев, с сохранением изменений по шкале FIM_m в первые 12 месяцев после СМТ и подчеркивали роль первого полугодия после СМТ для формирования двигательной функции верхней конечности.

При проведении корреляционного анализа были выявлены корреляционные связи средней силы между функциональными шкалами и полнотой и двигательным уровнем повреждения, однако изменения коэффициента множественной корреляции лямбды Уилкса (R_1) наблюдались только в первые 6 месяцев после СМТ (табл. 45), что также подтверждает наличие функциональных изменений именно в этот временной период.

Таким образом, изменения двигательного статуса верхней конечности, функциональной независимости происходили преимущественно в первые 6 месяцев после СМТ, при этом у 24 (49%) пациентов наблюдалось снижение ДУ на один сегмент спинного мозга, а у 4 (8%) пациентов уменьшалась глубина (полнота) повреждения спинного мозга, у двух пациентов

одновременно изменились ДУ и полнота повреждения спинного мозга. Расширение функциональной независимости пациентов продолжалось на протяжении первых 12 месяцев после СМТ. Это подчеркивает истощаемость биологического субстрата спонтанной и индуцированной нейропластичности уже в течение 1 года после СМТ.

Таблица 45 – Корреляционная матрица изменения клинико-функционального состояния в течение срока наблюдения

Корреляции	Время				критерий Моучли χ^2
	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев	>12 месяцев	
VLT – ДУ	0,65	0,68	0,69	0,69	44,1; p=0,00
VLT – ПП	0,64	0,57	0,53	0,53	38,4; p=0,00
FIM – ДУ	0,60	0,69	0,69	0,70	40,5; p=0,00
FIM – ПП	0,49	0,60	0,54	0,54	34,7; p=0,00

3.6.4. Динамика изменений функционального состояния по доменам шкал FIM_m, VLT и отдельным видам активностей

При доменном анализе изменений функциональной независимости в абсолютных значениях за весь период ретроспективного наблюдения (группа С, период Т₄-Т₁) наиболее выраженные изменения отмечались по шкале VLT в функции первого пальца кисти (домен «1 палец») – 5 (3,0; 8,0) баллов и кистевом захвате (домен «2-5 пальцы») – 6 (3,0; 10,0) баллов, по шкале FIM_m – в доменах «самообслуживание» – 5 (2,0; 8,0) баллов и «трансфер» – 2 (0,0; 4,0) балла. Менее выраженные изменения были обнаружены по шкале VLT в динамическом балансе (домен «баланс») – 4 (2,0; 5,0) балла и в манипуляциях предметами (домен «манипуляции») – 4 (2,0; 6,0) балла, по шкале FIM_m в доменах «тазовые функции» – 0 (0,0; 2,0) и «мобильность» – 1 (0,0; 2,0) балла (табл. 46).

Таблица 46 – Изменения по доменам функциональных шкал за весь период наблюдения (Т₄-Т₁)

Шкалы	Домены			
VLT	Баланс	1 палец	Манипуляция	2-5 пальцы
баллы	4 (2,0; 5,0)	5 (3,0; 8,0)	4 (2,0; 6,0)	6 (3,0; 10,0)
FIM _m	Самообслуживание	Тазовые функции	Трансфер	Мобильность
баллы	5 (2,0; 8,0)	0 (0,0; 2,0)	2 (0,0; 4,0)	1 (0,0; 2,0)

Шкала FIM (домен «самообслуживание»), активность «прием пищи»

В зависимости от ДУ выполнение активности «прием пищи» в начале периода наблюдения (T_1) было следующим: полностью зависимыми были 13%, умеренно зависимыми 63%, самостоятельно принимали пищу 24% пациента. В конце периода наблюдения (T_4): полностью зависимыми стало 4%, отмечается уменьшение на 9%, умеренно зависимыми стало 37%, наблюдается уменьшение на 26%, самостоятельными стало 59% пациентов (прибавка составила 25%) (табл. 47). Полностью независимыми в приеме пищи было 100% пациентов с ДУ D_1 , 94% – с C_8 , 90% – с C_7 , 55% – с C_6 , 22% – с C_5 , 1 пациент с ДУ C_4 . Прибавление пациентов с полной функциональной независимостью в зависимости от ДУ было следующим: C_4 – 0 (0%), C_5 – 4 (11%), C_6 – 27 (40%), C_7 – 25 (50%), C_8 – 8 (50%), D_1 – 3 (27%) (табл. 47). Обращает на себя внимание тот факт, что у некоторых пациентов с высоким ДУ (C_5 - C_6) была отмечена полная независимость, что можно связать с асимметрией ДУ между левой и правой половинами тела.

Таблица 47 – Активность «прием пищи» в зависимости от двигательного уровня

Группы ДУ	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	T_1			T_4		
C_4 (14)	9	4	1	6	7	1
C_5 (36)	11	21	4	1	27*	8
C_6 (67)	5	52	10	0	30	37
C_7 (50)	0	30	20	0	5	45*
C_8 (16)	0	9	7	0	1	15
D_1 (7)	0	3	4	0	0	7
Итого: 190	25 (13%)	119 (63%)	46 (24%)	7 (4%)	70 (37%)	113 (59%)

В зависимости от полноты повреждения (ПП) в начале периода наблюдения (T_1) полностью зависимыми было 25 (13%) пациентов, из них неполное повреждение было у 3 пациентов, умеренно зависимыми – 119 (63%), из них неполное повреждение имелось у 30 пациентов, самостоятельными было 46 (24%). По окончании периода наблюдения полностью зависимых уменьшилось на 9%, умеренно зависимых на 26%, самостоятельно принимать пищу стало на 35% пациентов больше (табл. 48). У пациентов с полным двигательным повреждением доля полностью зависимых уменьшилась на 12 (9%), полностью независимых увеличилась на 33 (25%) пациента, с неполным двигательным повреждением доля полностью зависимых уменьшилась на 2 (4%), полностью независимых увеличилась на 24 (43%) (табл. 48).

Таблица 48 – Активность «прием пищи» в зависимости от ПП спинного мозга

Группы ПП	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
Тип А-В (144)	22	89	23	6	62	66
Тип С-Д (56)	3	30	23	1	8	47
Итого: 190	25 (13%)	119 (63%)	46 (24%)	7 (4%)	70 (37%)	113 (59%)

Шкала FIM, активность «одевание верхней половины туловища»

При выполнении активности «одевание верхней половины тела» в начале периода наблюдения (точка Т₁) полностью зависимыми было 26%, в конце периода наблюдения (Т₄) стало 13% (отмечается уменьшение на 13%), умеренно зависимыми было 59%, а стало 39% (уменьшение составляет 20%), независимыми было 15%, а стало 48% (прибавка отмечена у 30%) (табл. 49).

Таблица 49 – Активность «одевание верхней половины тела» в зависимости от ДУ

Группы ДУ	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
С ₄	11	3	0	9	4	1
С ₅	22	11	3	13	17	6
С ₆	16	47	4	3	38	26
С ₇	0	39	11	0	14	36
С ₈	0	7	9	0	1	15
Д ₁	0	5	2	0	0	7
Итого: 190	49 (26%)	112 (59%)	29 (15%)	25 (13%)	74 (39%)	91 (48%)

В конце периода наблюдения полная функциональная независимость при одевании верхней половины туловища была достигнута у 3 (8%) пациентов с ДУ С₅, у 22 (33%) пациентов с ДУ С₆, у 25 (50%) пациентов с ДУ С₇, у 6 (37%) пациентов с ДУ С₈, у 5 (71%) пациентов с Д₁. Количество пациентов с полной функциональной зависимостью уменьшилось: с ДУ С₄ – на 15%, С₅ – на 62,5%, С₆ – на 20%, с ДУ С₇–Д₁ таких пациентов не было. Общая динамика изменчивости составила 33%, для пациентов с С₅ – 4 (11%), с С₆ – 12 (18%), с С₇ – 12 (24%), с С₈ – 4 (25%), с Д₁ – 5 (71%) (см. табл. 49).

При сравнительной количественной оценке выполнения навыка «одевание верхней половины тела» на фоне реабилитации отмечалось уменьшение числа полностью зависящих на 13%, умеренно зависящих – на 20%, увеличение доли лиц полностью независимых на 33%,

безусловно, в основе этого лежат различная модификация одежды, адаптация указанного двигательного навыка под остаточные двигательные способности пациента. Общая динамика изменчивости для пациентов с полным двигательным повреждением (типы А и В) составила 37 (28%), с неполным – 25 (45%) пациентов (табл. 50).

Таблица 50 – Активность «одевание верхней половины тела» в зависимости от ПП спинного мозга

Группы ПП	1-2 балла	3-5 балла	6-7 балла	1-2 балла	3-5 балла	6-7 балла
	Т ₁			Т ₄		
Тип А-В	39	82	13	20	64	50
Тип С-Д	10	30	16	5	10	41
Итого: 190	49 (26%)	112 (59%)	29 (15%)	25 (13%)	74 (39%)	91 (48%)

Шкала FIM, активность «одевание нижней половины тела»

В начале периода наблюдения (точка Т₁) полностью зависимыми были 99 (52%) пациентов, в конце периода наблюдения (Т₄) стали 76 (40%), умеренно зависимыми были 80 (42%), а стали 65 (34%), независимыми были 11 (6%), стали 49 (26%). При оценке изменений в навыке одевания нижней половины тела отмечалась динамика в виде снижения доли пациентов с полной и умеренной зависимостью на 12% и 8% соответственно и увеличение доли полностью независимых на 20% (табл. 51).

Таблица 51 – Активность «одевание нижней половины тела» в зависимости от ДУ

Группы ДУ	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
С ₄	11	3	0	11	2	1
С ₅	29	7	0	26	6	4
С ₆	41	25	1	31	24	13
С ₇	16	30	4	7	27	16
С ₈	2	9	5	1	6	9
Д ₁	0	6	1	0	1	6
Итого: 190	99 (52%)	80 (42%)	11 (6%)	76 (40%)	65 (34%)	49 (26%)

Полная независимость в одевании нижней половины тела была достигнута у 4 (11%) пациентов с ДУ С₅, у 13 (19%) пациентов с С₆, у 16 (32%) пациентов с С₇, у 9 (56%) пациентов с С₈, у 6 (86%) пациентов с Д₁, у 20 (15%) пациентов с ППСМ (тип А, В), у 29 (52%) пациентов с неполным двигательным повреждением (табл. 52).

Таблица 52 – Активность «одевание нижней половины тела» в зависимости от ПП спинного мозга

Группы ПП	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
Тип А-В	80	49	5	66	48	20
Тип С-D	19	31	6	10	17	29
Итого: 190	99 (52%)	80 (42%)	11 (6%)	76 (40%)	65 (34%)	49 (26%)

Динамика изменчивости в группе с полной независимостью составила для пациентов с ДУ С₅ – 4 (11%), С₆ – 12 (18%), С₇ – 12 (24%), С₈ – 4 (25%), D₁ – 5 (71%), для пациентов с полным двигательным повреждением (А и В тип) – 15 (11%), с неполным – 23 (41%) (см. табл. 52).

Шкала FIM (домен «самообслуживание»), активность «уход за собой»

В начале периода наблюдения полностью зависимыми по активности «уход за собой» были 40 (21%) пациентов, в конце периода наблюдения их стало – 14 (7%), умеренно зависимыми были 114 (60%), а стали 75 (40%), полностью независимыми были 36 (19%), а стал 101 (53%) пациент (табл. 53).

Таблица 53 – Активность «уход за собой» в зависимости от ДУ

Группы ДУ	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
С ₄	8	6	0	8	5	1
С ₅	19	14	3	4	24	8
С ₆	12	49	6	2	33	32
С ₇	1	32	17	0	12	38
С ₈	0	9	7	0	1	15
D ₁	0	4	3	0	0	7
Итого: 190	40 (21%)	114 (60%)	36 (19%)	14 (7%)	75 (40%)	101 (53%)

При оценке независимости пациентов в точке Т₄ по двигательной активности «уход за собой» полная независимость была достигнута у 22% с ДУ С₅, у 48% – с С₆, у 76% – с С₇, у 94% – с С₈, 100% – с D₁, полностью независимыми стали 78% пациентов с неполным повреждением и 42% пациентов с полным повреждением спинного мозга. Динамика положительных изменений составила для пациентов с ДУ С₅ – 5 (14%), с С₆ – 26 (39%), с С₇ – 19 (38%), с С₈ – 8 (50%), с D₁ – 4 (57%), для пациентов с полным двигательным повреждением (А и В тип) – 39 (29%), с неполным – 26 (46%) (см табл. 53, 54).

Таблица 54 – Активность «уход за собой» в зависимости от ПП спинного мозга

Группы ПП	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
Тип А-В	32	84	18	11	66	57
Тип С-D	8	30	18	3	9	44
Итого: 190	40 (21%)	114 (60%)	36 (19%)	14 (7%)	75 (40%)	101 (53%)

Шкала FIM_m (домен мобильность), активность «перемещение в кресле-коляске»

В начале периода наблюдения полностью зависимыми при перемещении в кресле-коляске были 38 (20%) пациентов, в конце периода наблюдения – 17 (9%) пациентов, умеренно зависимыми были 106 (56%), а стали 63 (33%), независимыми были 46 (24%), а стали 110 (58%) пациентов (табл. 55).

Таблица 55 – Активность «перемещение в кресле-коляске» в зависимости от ДУ

Группы ДУ	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
С ₄	10	4	0	8	5	1
С ₅	18	15	3	8	20	8
С ₆	10	42	15	1	27	39
С ₇	0	31	19	0	9	41
С ₈	0	10	6	0	2	14
D ₁	0	4	3	0	0	7
Итого: 190	38 (20%)	106 (56%)	46 (24%)	17 (9%)	63 (33%)	110 (58%)

По окончании курсов реабилитации самостоятельно перемещаться в кресле-коляске могли 22% пациентов с ДУ С₅, 58% пациентов – с С₆, 82% пациентов – с С₇, 88% пациентов – с С₈, 100% пациентов – с D₁, 36% пациентов – с полным повреждением, 80% пациентов – с неполным повреждением СМ. Динамика изменения пациентов с полной функциональной независимостью для пациентов ДУ С₅ составила 5 (14%), С₆ – 24 (36%), С₇ – 22 (44%), С₈ – 8 (50%), D₁ – 4 (57%), для пациентов с полным двигательным повреждением (А и В тип) – 42 (31%), с неполным – 22 (39%) (см. табл. 55, 56).

Таблица 56 – Активность «перемещение в кресле-коляске» в зависимости от ПП
спинного мозга

Группы ПП	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₂		
Тип А-В	31	77	26	13	53	68
Тип С-D	7	29	20	4	10	42
Итого: 190	38 (20%)	106 (56%)	46 (24%)	17 (9%)	63 (33%)	110 (58%)

В конце периода наблюдения электрическим креслом-коляской пользовались 57 (30%) пациентов, распределение по ДУ было следующим: С₄ – 7/14 (50%), С₅ – 18/36 (50%), С₆ – 24/67 (36%), С₇ – 8/50 (16%), С₈ – 0/16, D₁ – 0/7 пациентов.

Шкала FIM (домен «трансфер»), активность «пересаживание в кресло-коляску и обратно»

В начале периода наблюдения полностью зависимыми были 67 (35%) пациентов, в конце периода наблюдения (Т₄) их стало 38 (21%), умеренно зависимыми были 93 (49%), стал 81 (43%), полностью независимыми были 30 (16%), стал 71 (37%) пациент (табл. 57).

Таблица 57 – Активность «пересаживания в кресло-коляску и обратно» в зависимости от ДУ

Группы ДУ	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
С ₄	6	7	1	6	7	1
С ₅	14	17	5	13	17	6
С ₆	30	30	7	19	27	21
С ₇	12	27	11	0	25	25
С ₈	5	7	4	0	5	11
D ₁	0	5	2	0	0	7
Итого: 190	67 (35%)	93 (49%)	30 (16%)	38 (21%)	81 (43%)	71 (37%)

Самостоятельно стали пересаживаться с ДУ С₅ 6 (17%) пациентов, С₆ – 21 (31%), С₇ – 25 (50%), С₈ – 11 (69%), D₁ – 7 (100%) пациентов, с полным двигательным повреждением (тип А, В) самостоятельно стали пересаживаться 36 (27%), с неполным двигательным повреждением 35 (63%) пациентов. Динамика изменений доли пациентов, выполняющих самостоятельно трансфер, составила для ДУ С₅ – 1 пациент (3%), ДУ С₆ – 14 (21%) пациентов, ДУ С₇ – 14 (28%) пациентов, ДУ С₈ – 7 (44%) пациентов, ДУ D₁ – 5 пациентов (71%), для пациентов с полным двигательным повреждением (типы А и В) – 21 (16%), с неполным – 20 (36%) (табл. 57, 58).

Таблица 58 – Зависимость изменения активности «пересаживание в кресло-коляску и обратно» в зависимости от ПП спинного мозга

Группы ПП	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов	1-2 балла	3-5 баллов	6-7 баллов
	Т ₁			Т ₄		
Тип А-В	55	64	15	34	64	36
Тип С-D	12	29	15	4	17	35
Итого: 190	67 (35%)	93 (49%)	30 (16%)	38 (21%)	81 (43%)	71 (37%)

Шкала FIM (домен «мобильность»), активность «ходьба»

В начале периода наблюдения (Т₁) не ходили 168 (88,5%) пациентов, с помощью ходили 18 (9,5%), самостоятельно ходили 4 (2%) пациента (тип D и E), после окончания наблюдения (Т₄) не ходит 160 (84%), ходит с помощью – 17 (9%) пациентов, ходит самостоятельно – 13 (7%), из них у 5 пациентов – полнота повреждения тип C, у 7 пациентов – тип D, у 1 пациента – тип E.

Итоговая структура динамики функциональной независимости в ходе всего периода ретроспективных наблюдений

В результате реабилитации (продольное исследование) динамика положительных изменений функционального состояния была следующей. Активность «уход за собой»: зависимыми был 21%, а стало 14% (уменьшение полной зависимости на 7%), умеренно зависимыми было 60%, стало 40% (уменьшение умеренной зависимости на 20%), независимыми – 19%, а стало 53% (увеличение полной независимости на 34%); активность «пересаживание в кресло-коляску»: в начале реабилитации не могли пересесть 37%, а стало 16% (уменьшение полной зависимости на 21%), с помощью было 49%, стало 43% (уменьшение умеренной зависимости на 6%), самостоятельно – было 16%, а стало 37% (увеличение полной независимости на 31%); активность «перемещение в кресле-коляске»: в начале не могло перемещаться 20%, а стало 9% (уменьшение полной зависимости на 11%); могли с помощью 56%, стало 33% (уменьшение умеренной зависимости на 23%), самостоятельно передвигаться в коляске могли 24%, стало 58% (увеличение полной независимости на 34%); активность «ходьба»: в начале не могли ходить 88,5%, а стало 84% (уменьшение на 4,5%); могли с помощью 9,5%, а стало 9% (уменьшение на 0,5%), самостоятельно ходили 2%, стало 7% (улучшение на 5%) (табл. 59).

Таким образом, активность «ходьба» наименее изменчивая и, соответственно, менее релевантная для выбора в качестве основной реабилитационной задачи, в остальных же двигательных активностях улучшения составили от 20 до 34%. К наименее чувствительным активностям можно отнести «одевание нижней половины тела», «пересаживание»; к наиболее

чувствительным активностям можно отнести «уход за собой», «перемещение в кресле-коляске», «одевание верхней половины тела», «прием пищи», что подчеркивает ведущее значение последних при выборе реабилитационных задач и трансформирует возможность их выполнения в критерии эффективности текущих реабилитационных программ.

Таблица 59 – Итоговая структура функциональной независимости по активностям шкалы FIM_m за период наблюдения T₄–T₁

Активности FIM _m	Полностью зависимые (%)			Умеренно зависимые (%)			Независимые (%)		
	T ₁	T ₄	Δ	T ₁	T ₄	Δ	T ₁	T ₄	Δ
Прием пищи	13	4	–9	63	37	–26,0	24	59	+25
Одевание верхней части	26	13	–13	59	39	–20,0	15	48	+33
Одевание нижней части	52	40	–12	42	34	–8,0	6	26	+20
Уход за собой	21	14	–7	60	40	–20,0	19	53	+34
Пересаживание в коляску	37	16	–21	49	43	–6,0	16	37	+21
Перемещение в коляске	20	9	–11	56	33	–23,0	24	58	+34
Ходьба	88,5	84	–4,5	9,5	9	–0,5	2	7	+5

Динамика изменений функционального состояния верхних конечностей по доменам VLT

Доля пациентов с функцией верхней конечности «более 50% МКФ» в каждом домене до начала реабилитации (T₁) увеличивалась с опусканием двигательного уровня, встречаясь 2 (14%) пациентов с ДУ C₄, у 4-7 (11-19%) пациентов с ДУ C₅, у 5-17 (7-25%) пациентов с ДУ C₆, у 19-30 (38-60%) пациентов с ДУ C₇, у 12 и 13 (75% и 81%) пациентов с ДУ C₈, у 5-7 пациентов с ДУ D₁ (71-100%). В рассматриваемых доменах число пациентов с двигательными способности более 50% преобладало только у пациентов с ДУ C₈, D₁ (табл. 60).

Таблица 60 – Зависимость функции верхней конечности (VLT) в зависимости от ДУ в начале наблюдения

Группа ДУ (чел./баллы)	Баланс		1 палец		2-5 пальцы		Манипуляции	
	10 и<	>10	15 и<	>15	10 и<	>10	15 и<	>15
C ₄	12	2	12	2	12	2	12	2
C ₅	29	7	31	5	31	5	32	4
C ₆	50	17	60	7	62	5	62	5
C ₇	20	30	27	23	28	22	31	19
C ₈	4	12	3	13	4	12	3	13
D ₁	0	7	2	5	0	7	1	6
Итого: 190	115 (61%)	75 (39%)	135 (71%)	55 (29%)	137 (72%)	53 (28%)	141 (74%)	49 (26%)

В зависимости от степени полноты повреждения спинного мозга функции верхней конечности значительно различались, значение функции «более 50% МКФ» в домене «баланс» было отмечено у 43 и 32 (32% и 57%) пациентов, домене «1 палец» – у 25 и 30 (17% и 54%), домене «2-5 пальцы» – у 18 и 35 (13% и 62%), домене «манипуляции» – у 20 и 29 (15% и 52%) соответственно для пациентов с полным и неполным двигательным повреждением спинного мозга. Также во всех доменах у пациентов с неполным двигательным повреждением преобладала доля пациентов со значением двигательных способностей верхних конечностей «более 50% МКФ», и обратная картина наблюдалась у пациентов с полным двигательным повреждением (табл. 61).

Таблица 61 – Зависимость функции верхней конечности (VLT) в зависимости от ПП спинного мозга в начале периода наблюдения

Группа ПП (чел./баллы)	Баланс		1 палец		2-5 пальцы		Манипуляции	
	10 и<	>10	15 и<	>15	10 и<	>10	15 и<	>15
Типы А-В	91	43	109	25	116	18	114	20
Типы С-Д	24	32	26	30	21	35	27	29
Итого: 190	115 (61%)	75 (39%)	135 (71%)	55 (29%)	137 (72%)	53 (28%)	141 (74%)	49 (26%)

По итогам наблюдения (Т₄) количество пациентов с двигательными способности «более 50%» уже преобладало у пациентов с ДУ С₇, С₈, D₁, присоединение пациентов с ДУ С₇ к этой группе указывало на имеющийся у них реабилитационный потенциал (табл. 62).

Таблица 62 – Зависимость функции верхней конечности (VLT) в зависимости от ДУ в конце периода наблюдения

Группа ДУ (чел./баллы)	Баланс		1 палец		2-5 пальцы		Манипуляции	
	10 и<	>10	15 и<	>15	10 и<	>10	15 и<	>15
С ₄	12	2	12	2	12	2	12	2
С ₅	28	8	30	6	29	7	32	4
С ₆	40	27	42	25	46	21	50	17
С ₇	8	42	15	35	18	32	25	25
С ₈	1	15	1	15	1	15	1	15
D ₁	0	7	0	7	0	7	0	7
Итого: 190	89 (47%)	101 (53%)	100 (53%)	90 (47%)	106 (56%)	84 (44%)	120 (63%)	70 (37%)

Значимые изменения соотношения относительно 50%-й доли способностей верхних конечностей в зависимости от полноты повреждения спинного мозга в ходе реабилитационного лечения не произошли, однако доля пациентов с двигательными способностями верхних конечностей выше и ниже 50%-го порога в доменах «баланс», «1 палец», «2-5 пальцы» стала сопоставима, хотя в домене «манипуляции» по-прежнему преобладали пациенты с долей способностей «50% и менее МКФ» (табл. 63).

Таблица 63 – Зависимость функции верхней конечности (VLT) в зависимости от ПП/ТП спинного мозга в конце периода наблюдения

Группа ПП (чел./баллы)	Баланс		1 палец		2–5 пальцы		Манипуляции	
	10 и<	>10	15 и<	>15	10 и<	>10	15 и<	>15
Типы А-В	77	57	88	46	95	39	104	30
Типы С-D	12	44	12	44	11	45	16	40
Итого: 190	89 (47%)	101 (53%)	100 53%	90 (47%)	106 (56%)	84 (44%)	120 63%	70 (37%)

Суммарная динамика изменений по доменам шкалы VLT за весь период

ретроспективных наблюдений

Как видно из табличного материала, за весь период наблюдения прибавка пациентов по способностям верхней конечности (домены VLT) с ДУ С₄ составила 0%, с ДУ С₅ – от 0% до 6%, с ДУ С₆ – от 15% до 27%, с ДУ С₇ – от 12 до 24%, с ДУ С₈ – от 12 до 19%, с ДУ D₁ – от 0 до 28% (однако при этом количество больных в этой группе было крайне низкое, n=7). Наиболее чувствительными к изменениям являлись пациенты с ДУ С₆, С₇, С₈, а минимальной изменчивостью обладали пациенты с ДУ С₄, С₅. При этом баланс туловища и хватательная функция кисти у пациентов с ДУ D₁ не претерпевали каких-либо изменений (табл. 64).

Таблица 64 – Динамика улучшений доменов шкалы VLT в зависимости от двигательного уровня («более 50%») за весь период наблюдения (n/%)

ДУ	Баланс	1 палец	2-5 пальцы	Манипуляции
С ₄	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
С ₅	1 (3%)	1 (3%)	2 (6%)	0 (0%)
С ₆	10 (15%)	18 (27%)	16 (24%)	12 (18%)
С ₇	12 (24)	12 (24)	10 (20%)	6 (12%)
С ₈	3 (19%)	2 (12%)	3 (19%)	2 (12%)
D ₁	0 (0%)	2 (28%)	0 (0%)	1 (14%)

При анализе чувствительности доменов шкалы VLT к изменениям на фоне комплексной реабилитации в процессе ретроспективного наблюдения была обнаружена положительная динамика по всем доменам (табл. 65). Домен «баланс» у пациентов с двигательными возможностями «более 50% МКФ» до лечения был 39%, а стал 53%, прибавление составило 14%; в домене «1 палец» количество пациентов с «более 50%» было 29%, а стало 47%, прибавление составило 18%; в домене «2-5 пальцы» количество пациентов «более 50%» было 28%, а стало 44%, прибавление составило 26%, в домене «манипуляции» количество пациентов «более 50% МКФ» было 26%, а стало 37%, соответственно, отмечена положительная динамика в 11% (табл. 65).

Таким образом, наиболее выраженная динамика отмечалась в домене «2-5 пальцы», отражающая формирование навыка «функциональный тенодез», минимальная динамика наблюдалась в домене «манипуляции», что подчеркивает большую распространенность повреждения собственных мышц кисти, так как их роль в реализации кистевых манипуляций является определяющей. Это указывает на то, что формирование функционального тенодеза у пациентов с ДУ С₆, С₇ является еще одним критерием эффективности программ реабилитации.

Таблица 65 – Результаты реабилитации по доменам шкалы VLT (более>50%)

Домены	До реабилитации	После реабилитации	Прибавка%
Баланс	39	53	14
1 палец	29	47	18
2-5 пальцы	28	44	26
Манипуляции	26	37	11

При выполнении корреляционного анализа между доменами функциональной шкалы FIM_м и неврологическим статусом двигательного уровня (ДУ) была обнаружена корреляция со всеми активностями шкалы FIM_м: «прием пищи» ($r=0,65$), «ходьба» ($r=0,23$), «уход за собой» ($r=0,64$), «одевание верхней половины тела» ($r=0,66$), «одевание нижней половины тела» ($r=0,54$), «перемещение в кресле-коляске» ($r=0,62$); «пересаживание в кресло-коляску» ($r=0,57$). Обращают на себя внимание выявленные парные корреляции между активностями шкалы FIM_м: «прием пищи» с «уход за собой» ($r=0,92$); «уход за собой» с «одеванием верхней половины тела» ($r=0,90$); «одевание нижней половины тела» с «пересаживанием в коляску» ($r=0,87$), «перемещение в кресле-коляске» с «уход за собой» ($r=0,88$) и «одеванием верхней половины тела» ($r=0,86$). При анализе влияния степени полноты повреждения спинного мозга наивысшие значения коэффициента корреляции были обнаружены с «ходьбой» ($r=0,64$), «одеванием нижней половины тела» ($r=0,44$); «пересаживанием в кресло-коляску» ($r=0,43$),

«приемом пищи» ($r=0,39$), «уход за собой» ($r=0,38$), «одеванием верхней половины тела» ($r=0,35$), «перемещением в кресле-коляске» ($r=0,28$). При корреляционном анализе доменами шкалы VLT с ДУ была выявлена средняя степень корреляция для домена «баланс» ($r=0,67$), «1 палец» ($r=0,65$), «2-5 палец» ($r=0,64$), «манипуляции» ($r=0,65$). Для полноты повреждения спинного мозга были отмечены менее выраженными по силе степени корреляционной связи: домен «баланс» ($r=0,42$), «1 палец» ($r=0,48$), «2–5 палец» ($r=0,51$), «манипуляции» ($r=0,52$).

При выполнении попарной корреляции между доменами шкал VLT и FIM_m было показано, что домен «баланс» туловища имеет корреляцию с «пересаживанием в кресло-коляску» ($r=0,77$) и «перемещением в кресло-коляске» ($r=0,76$), «одеванием верхней половины тела» ($r=0,80$); домен «1 палец» имеет корреляцию с активностями «прием пищи» ($r=0,77$), «уход за собой» ($r=0,76$), «одевание верхней половины тела» ($r=0,77$), «одевание нижней половины тела» ($r=0,74$); домен «манипуляции» имеет корреляцию с доменами «2-5 пальцы» ($r=0,95$) и «1 палец» ($r=0,93$). Таким образом, выявленные тесные корреляции между рядом активностей указывают на их двигательную однородность и общие биомеханические механизмы реализации.

Динамика изменений функциональной независимости по доменам и активностям шкалы FIM_m в зависимости от КРГ показала, что пациенты с высоким ДУ (C₄–C₆) имеют более низкие показатели улучшения рассмотренных выше навыков шкалы FIM_m (полная функциональная независимость), которые колеблются в диапазоне 13-27% в зависимости от пациентов с более низким ДУ (C₇–D₁), для которых диапазон изменений составил 29-49%. В обеих группах наблюдались одинаковые тенденции: наихудшие показатели – в навыках «пересаживание в кресло-коляску» и «одевание нижней половины тела» (14% и 13% у пациентов C₄–C₆ против 29% и 36% у пациентов C₇–D₁), наилучшие – в навыках «прием пищи» (26% против 49%), «одевание верхней половины тела» (22% против 49%), «перемещение в кресле-коляске» (26% против 46%), «уход за собой» (27% против 45%) (табл. 66).

Таблица 66 – Динамика увеличения доли пациентов с полной функциональной независимостью в результате реабилитации и в зависимости от ДУ

Активности	ДУ C ₄ –C ₆ (n=117)	ДУ C ₇ –D ₁ (n=73)
Прием пищи	31 (26%)	36 (49%)
Одевание верхней части	26 (22%)	36 (49%)
Одевание нижней части	17 (14%)	21 (29%)
Уход за собой	32 (27%)	33 (45%)
Перемещение в коляске	30 (26%)	34 (46%)
Пересаживание в коляску	15 (13%)	26 (36%)

С другой стороны, уменьшение доли пациентов с полной функциональной зависимостью в зависимости от ДУ показывает, что наиболее «доступными» активностями для пациентов с высоким ДУ (C₄-C₆) являлись «прием пищи» (15%), «одевание верхней половины тела» (20%), «уход за собой» (21%), «перемещение в кресле-коляске» (18%), а малоперспективными остаются «пересаживание в кресло-коляску» (10%), «одевание нижней половины тела» (11%) (табл. 67). Пересаживание в кресло-коляску – наиболее динамичная активность для пациентов с низким ДУ (C₇-D₁), при это минимальная изменчивость по ряду других активностей объясняется отсутствием пациентов с полной функциональной зависимостью на ДУ C₇-D₁.

Таблица 67 – Динамика уменьшения доли пациентов с полной функциональной зависимостью в результате реабилитации и в зависимости от ДУ

Активности	ДУ C ₄ -C ₆	ДУ C ₇ -D ₁
Прием пищи	18 (15%)	0
Одевание верхней части	24 (20%)	0
Одевание нижней части	13 (11%)	10 (14%)
Уход за собой	25 (21%)	1 (1%)
Перемещение в коляске	21 (18%)	0
Пересаживание в коляску	12 (10%)	17 (23%)

При рассмотрении полной функциональной независимости в зависимости от ПП пациенты с полным двигательным повреждением спинного мозга (типы А-В) имели более низкие показатели улучшения рассмотренных навыков (11-32%) в отличии от пациентов с неполным двигательным повреждением спинного мозга (типы С-D) (36-46%), при этом в последней группе динамика была относительно равная по всем рассмотренным активностям (39-45%), за исключением навыка «пересаживание в кресло-коляску» (36%). В группе с полным двигательным повреждением (А-В) наиболее низкая динамика показателей наблюдалась в навыке «пересаживание в кресло-коляску» и «одевание нижней половины тела» (16% и 11% соответственно) и оставаясь сравнительно одинаковой по остальным навыкам (28-32%) (табл. 68).

При анализе уменьшения доли пациентов с полной функциональной зависимостью в зависимости от полноты повреждения (ПП) обращало на себя внимание однородность уменьшения в пределах 10-16% по всем рассмотренным активностям в группе с полным двигательным повреждением (типы А-В), в группе с неполным двигательным повреждением больше динамика при выполнении активностей «пересаживание в кресло-коляску» (14%) и

«одевание нижней половины тела» (16%) и относительно меньшая динамика по остальным активностям (3-9%) (табл. 69).

Таблица 68 – Динамика увеличения доли пациентов с полной функциональной независимостью в результате реабилитации и в зависимости от ПП

Активности	Тип А-В (n=134)	Тип С-Д (n=56)
Прием пищи	43 (32%)	24 (43%)
Одевание верхней части	37 (28%)	25 (45%)
Одевание нижней части	15 (11%)	23 (41%)
Уход за собой	39 (29%)	26 (46%)
Перемещение в коляске	42 (31%)	22 (39%)
Пересаживание в коляску	21 (16%)	20 (36%)

Таблица 69 – Динамика уменьшения доли пациентов с полной функциональной зависимостью в результате реабилитации и в зависимости от ПП

Активности	Типы А-В (134)	Типы С-Д (56)
Прием пищи	16 (12%)	2 (3%)
Одевание верхней части	19 (14%)	5 (9%)
Одевание нижней части	14 (10%)	9 (16%)
Уход за собой	21 (16%)	5 (9%)
Перемещение в коляске	18 (13%)	3 (5%)
Пересаживание в коляску	21 (16%)	8 (14%)

Таким образом, полученные данные указывают на то, что двигательные навыки «пересаживание в кресло-коляску» и «одевание нижней половины тела» являются малопреодолимым барьером для пациентов с высоким уровнем и полным двигательным повреждением спинного мозга. В остальном пациенты с более низким и неполным двигательным повреждением имеют более высокий уровень реабилитационного потенциала к овладению рассмотренными двигательными активностями.

Динамика изменений функций верхней конечности по доменам шкалы VLT в зависимости от КРГ показала, что пациенты с высоким ДУ С₄-С₆ имеют более низкую динамику увеличения доли пациентов с умеренным нарушением функции верхних конечностей («более 50% МКФ») (9-16%) в сравнении с пациентами с низким ДУ С₇-D₁ (16-41%). Аналогично этому пациенты с неполным двигательным повреждением (С-Д) имеют более

выраженную динамику (18-25%) в сравнении с пациентами с полным двигательным повреждением (А-В) 7-16% (табл. 70).

Таблица 70 – Увеличения доли пациентов, оцененных по шкале VLT «более 50%» в зависимости от КРГ

КРГ	Баланс	1 палец	2-5 пальцы	Манипуляции
C ₄ -C ₆ (117)	11 (9%)	19 (16%)	18 (15%)	12 (10%)
C ₇ -D ₁ (73)	15 (20%)	30 (41%)	18 (25%)	12 (16%)
A-B (134)	14 (10%)	21 (16%)	21 (16%)	10 (7%)
C-D (56)	12 (21%)	14 (25%)	10 (18%)	11 (20%)

При оценке динамики уменьшения двигательного дефицита и доли кистей, оцененных по шкале VLT «50% и менее МКФ», была выявлена сопоставимая динамика улучшений между всеми группами по домену «2-5 пальцы» (15-18%), домену «манипуляция» (10-12%) между группами с высоким и низким ДУ, что указывает на достаточно высокую долю пассивных функциональных кистей. По доменам «баланс» и «1 палец» наблюдались более выраженные изменения в группе с ДУ C₇-D₁ (20% против 9%, 22% против 16% соответственно). Был отмечен сопоставимый прирост по домену «2-5 пальцы» вне зависимости от типа повреждения спинного мозга (16% и 18%). В целом наблюдается следующая тенденция: пациенты с неполным и низким двигательным повреждением имели большее уменьшение «дефицитных» кистей по сравнению с пациентами с полным и высоким уровнем повреждения (домены «1 палец» и «баланс») (табл. 71).

Таблица 71 – Уменьшение доли пациентов с функцией верхней конечности по VLT «50% и менее» в зависимости от КРГ

КРГ	Баланс	1 палец	2–5 пальцы	Манипуляции
C ₄ -C ₆ (117)	11 (9%)	19 (16%)	18 (15%)	12 (10%)
C ₇ -D ₁ (73)	15 (20%)	16 (22%)	13 (18%)	9 (12%)
Типы А-В (134)	14 (10%)	21 (16%)	21 (16%)	10 (7%)
Типы C-D (56)	12 (21%)	14 (25%)	10 (18%)	11 (20%)

У двух пациентов наблюдалось ухудшение неврологического состояния за период наблюдения, ниже мы приводим детальное изучение этих клинических случаев.

3.7. Клинические примеры

Клинический случай № 1

Пациент 30 лет, 15.05.2014 в результате ныряния на мелководье получил сочетанную спинномозговую травму: «Осложненный компрессионно-оскольчатый перелом С₇ позвонка с повреждением спинного мозга с развитием полной тетраплегии, неврологический уровень (ASIA) – С₈ сегмент спинного мозга. Закрытый оскольчатый перелом проксимального метаэпифиза правой плечевой кости».

Катамнез: в ОКБ г. Воронежа 20.05.2014 была выполнена операция «Удаление центральных отделов тела С₇, декомпрессия дурального мешка, передний расклинивающий спондилодез С₆-Th₁ аутокостью из гребня подвздошной кости». Выполнена гипсовая иммобилизация правой верхней конечности.

В НИИ СП им. Н.В. Склифосовского 05.06.2014 в связи с сохраняющейся компрессией спинного мозга на фоне нестабильного корпородеза С₆-Th₁ была выполнена повторная операция «Корпорэктомия С₆ позвонка, передняя декомпрессия на уровне С₆, С₇ позвонков, комбинированный шейный спондилодез С₅-Th₁ аутокостью и пластиной “Orion”» (рис. 49А), а 30.07.2004 выполнена операция «Корригирующая остеотомия, остеосинтез закрытого перелома головки правой плечевой кости накостной пластиной».

В связи с сохранением выраженных болей в шейном отделе позвоночника, нарастанием слабости в верхних конечностях была выполнена компьютерная томография шейного отдела позвоночника и выявлен стеноз позвоночного канала на 50-60% на уровне С₆ позвонка за счет костных фрагментов и частей разорванного диска. В связи с этим 30.10.2014 в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского была выполнена операция «Декомпрессивная ламинэктомия С₇, удаление отломков С₇ позвонка из переднего дурального пространства, ревизия спинного мозга, задний спондилодез С₇-Th₁ крючковой системой “CCD Cervical”» (рис. 49Б). Послеоперационный период осложнился явлениями воспаления послеоперационной раны и формированием ликворного свища. Было произведено иссечение ликворного свищевого хода, ревизия раны, некрэктомия, пластика дефекта твердой мозговой оболочки мышцей (18.11.2014 г.).

В связи с несостоятельностью накостного остеосинтеза, миграцией фиксирующих винтов, асептическим посттравматическим некрозом головки правой плечевой кости 25.07.2016 г. была выполнена операция «Удаление металлоконструкции с правой плечевой кости и пластика капсульного аппарата плеча по Банкарту с формированием ложного сустава». В августе 2016 г. исчезло сгибание второго, третьего, четвертого пальцев правой кисти.



А



Б

Рисунок 49 – Рентгенография шейного отдела позвоночника в прямой проекции

- А) комбинированный корпородез C6-Th1 пластиной “Orion”, C7-Th1 CCD “Cervical” (2017 г.);
 Б) передний корпородез C6-Th1, состояние после удаления задней фиксирующей системы (2019 г.)

Учитывая прогрессирование неврологического дефицита 29.01.2018 в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского была выполнена операция «Ляминэктомия C5, дренирование кисты спинного мозга, удаление задней фиксирующей металлоконструкции на уровне C6-Th1». В послеоперационном периоде наблюдалось увеличение спастичности в нижних конечностях, увеличение слабости в мышцах верхних конечностей, исчезновение сгибания первого, пятого пальцев правой кисти, утяжеление ортостатической гипотензии.

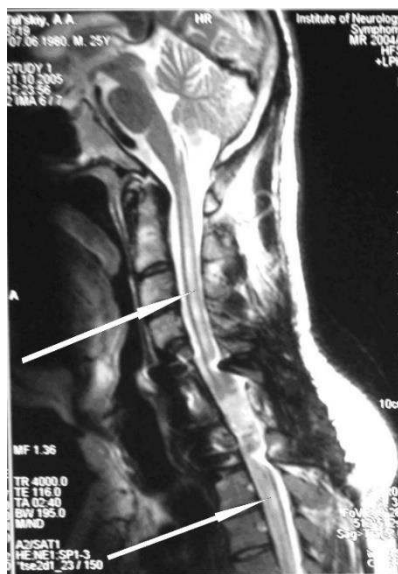
Клинический осмотр

Пациент предъявлял жалобы на постоянные жгучие боли в нижних конечностях, а также на острые, «стреляющие» боли в правой верхней конечности и шее при разгибании в шейном отделе позвоночника, которые не ограничивали его ежедневную активность и сон. Сознание ясное, речевых нарушений не было. Менингеальных симптомов не выявлено. При оценке функции черепно-мозговых нервов: болевая анестезия, тактильная гипестезия в каудальных зонах Зельдера (1-3 ветвях тройничного нерва) справа. Диаметр зрачков D=S. Оценка неврологического статуса проводилась в соответствии с международным стандартом (American Spinal Injury Association, 1996). Болевая анестезия: справа C₂-S₅, слева C₈-S₅; тактильная чувствительность: C₂-C₇ – 1 балл справа, 2 балла слева, C₈ – 0 баллов справа, 1 балл слева, D₁₋₂ – 1 балл справа, 2 балла слева. Сила в мышцах по

сегментам: С₅, С₆ – 5 баллов, С₇ – 3 балла справа, 4 балла слева, С₈-С₁ – 0 баллов с двух сторон. Тонус в мышцах нижних конечностей – 1/1 балл, сгибателях кисти и пальцев – 0/0 баллов. Сухожильные рефлексy высокие с нижних конечностей, разгибательно-локтевые отсутствовали, сгибательно-локтевые, карпорадиальный S>D. Брюшные рефлексy не вызывались. Движения вызывали рефлекторную сгибательную тоническую синергию в нижних конечностях с захватом мышц передней брюшной стенки. Активное сгибание и отведение в правом плечевом суставе – 70 гр., в левом – полный объем движений.

При оценке вегетативной нервной системы наблюдалась гипотония и брадикардия покоя, ортостатическая гипотензия. Периодически при наполнении мочевого пузыря возникали эпизоды парестезий и гипергидроза в области лица и надплечий, затылочная головная боль на фоне высоких цифр АД (140-160/90-100 мм рт. ст.).

Нейровизуализация: на МРТ шейного отдела позвоночника от октября 2015 г. наблюдалась гидромиелия на уровне С₁-Th₄ позвонков, рубцово-спаечный процесс на уровне С₆-С₇-Th₁ позвонков (рис. 50 А, Б). На МРТ шейного отдела позвоночника от 18.02.2019 г. отмечается прогрессирование посттравматический сирингомиелии на шейном уровне (рис 51 А, Б).



А



Б

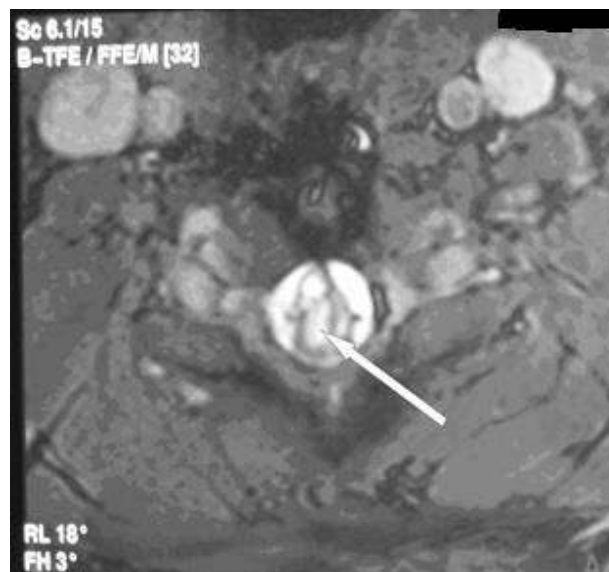
Рисунок 50 – МРТ шейного отдела позвоночника и спинного мозга (10.2015)

А) на МР-томограмме в Т2 ВИ в сагиттальной плоскости определяются артефакты от передней и задней фиксирующей конструкции на уровне тел С₆-Th₁ позвонков, интрамедулярно с уровня С₁ позвонка выявляется зона линейной формы с ровными четкими контурами пониженной интенсивности сигнала (стрелки); артефакты от задней и передней металлоконструкций;

Б) на МР-томограмме в Т1 ВИ в аксиальной плоскости выявляется интрамедулярно расположенная зона линейной формы с ровными четкими контурами повышенной интенсивности с преобладанием справа – киста (стрелка)



А



Б

Рисунок 51 – МР-томограмма шейного отдела позвоночника и спинного мозга (02.2019)
 а) на МР-томограмме в T1 ВИ в сагиттальной плоскости определяется прогрессирование гидромиелии, с расширением центрального канала на уровне тел C₅₋₇ позвонков до 8 мм, тотальной гидромиелией на уровне шейных и верхнегрудных сегментов спинного мозга, рубцово-атрофические изменения спинного мозга на уровне C₅₋₇ (стрелки), имеются артефакты от передней фиксирующей конструкции на уровне тел C₆-Th₁ позвонков; б) на МР-томограмме в T2 ВИ в аксиальной плоскости выявляются интрамедулярные зоны линейной формы с ровными четкими контурами повышенной интенсивности, занимающие большую часть поперечника спинного мозга (стрелка)

В таблице 72 в период с 2014 по 2020 гг. представлена динамика в неврологическом (ISNCSCI стандарт) и функциональном статусе (FIM_m) обсуждаемого пациента, с негативным значением, начиная с 2017 г. (табл. 72).

Таблица 72 – Динамика изменения неврологического статуса в период с 2014 по 2020 гг. (ISNCSCI стандарт, ASIA)

Время (лет)/показатели	2014	2017	2018	2019	2020
ASIA _m , баллы	43	35	33	29	27
ASIA _a , баллы	36	23	23	23	16
ASIA _t , баллы	40	36	36	36	25
FIM _m , баллы	48	44	40	38	32

Примечание: ASIA_m – двигательный счет ASIA, ASIA_a – болевая субшкала ASIA, ASIA_t – тактильная субшкала ASIA, FIM_m – двигательная субшкала Functional Independent Measure.

В 2017 году пациенту выполнялось нейрофизиологическое обследование, которое включало в себя методики стимуляционной электронейромиографии (СЭНМГ) (табл. 73) и служило дополнительным методом дифференциального диагноза между плексус-парезом справа и шейной миелопатией. Следует отметить развитие вторичного аксонально-нейронального повреждения ниже уровня спинальной травмы у большинства пациентов с посттравматической шейной мелопатией.

Таблица 73 – Данные стимуляционной электронейромиографии (2017 г.)

Мышца (справа)	Ведущий сегмент, нерв	Амплитуда М-ответа, мВ	СРВ на предплечье, м/с
m. extensor indicis	C ₇ , C ₈ n. radialis	0,03	63,3
m. flexor carpi radialis	C ₆ , C ₇ n. medianus	0,02	42,1
m. flexor carpi ulnaris	C ₈ n. ulnaris	0,02	62,3

Данные СЭНМГ (табл. 73) указывают на аксонально-нейрональный тип повреждения на уровне C₇₋₈ сегментов спинного мозга (ССМ) справа с вовлечением трех крупных нервов правой верхней конечности, уровень двигательных нарушений справа расположен не выше C₇ ССМ.

По данным СЭНМГ нельзя сделать вывод о причине аксонально-нейронального типа поражения (в пользу плексус-пареза) при отсутствии сравнения с противоположной стороной. Однако обращает на себя внимание значение мышечной силы более 3 баллов в разгибателях предплечья, кисти, пальцев обеих верхних конечностей, наличие чувствительных нарушений с C₂ ССМ, давность спинальной травмы 3 года, а также развитие восходящей гидромиелии с 2015 г. с центрацией сирингомиелитической полости вправо (рис. 50Б), что указывает больше на нейрональный, чем на брахиальный тип повреждения.

В 2018 г. пациенту выполнялась регистрация соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) при стимуляции срединных нервов на запястье с обеих сторон, при стимуляции большеберцовых нервов у лодыжки с обеих сторон и вызванных моторных ответов (ВМО) при транскраниальной и сегментарной магнитной стимуляции.

При стимуляции срединных нервов выявлено незначительное увеличение латенций ССВП с обеих сторон (табл. 74). При стимуляции большеберцовых нервов ССВП не регистрировались.

Таблица 74 – Данные соматосенсорных вызванных потенциалов при стимуляции середины нервов (2018 г.)

Отведения	Латенция (слева, мс)	Латенция (справа, мс)
N10 (точка Эрба)	10,6	10,6
N11N13 (C6 – Fpz)	N12,4 N15,3	N11 N15,6
N20 (C3Fpz, C4 Fpz)	20,6	20,6

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) с правой стороны: при стимуляции моторной коры и отведении с *m. abductor digiti minimi dex. (D₁)* вызванные моторные ответы (ВМО) не регистрировались, при отведении с *m. extensor dig. com. dex. (C₇)* ВМО регистрировались с амплитудой 0,7 мВ и минимальной латенцией 15,7 мс. При корешковой стимуляции с этой мышцы регистрировались ВМО с амплитудой 3,3 мВ и максимальной латенцией 8,9 мс. При стимуляции моторной коры и регистрации ВМО с *m. rectus femoris dext. (L₃)* ответы не регистрировались.

Таким образом, полученные данные указывают на полный блок проведения именно по спиноталамическому пути ниже C₇ ССМ, результаты ТМС указывают на полный блок проведения ниже D₁ ССМ, справа.

Нейрофизиологическое обследование в 2020 г. включало в себя методики СЭНМГ. При выполнении СЭНМГ проводили стимуляцию локтевых нервов с регистрацией М-ответа на *m. abductor digiti minimi (C₈-D₁)*, скорости распространения возбуждения (СРВ) по двигательным волокнам с двух сторон. Амплитуда М-ответа составила 0,005 мВ с обеих сторон, в связи с низкой амплитудой М-ответа СРВ по двигательным волокнам на предплечье точно измерить не удалось. Результаты СЭНМГ указывают на выраженное вторичное (дегенеративное) симметричное аксонально-нейрональное повреждение на уровне C₈-D₁ ССМ.

В настоящем клиническом примере у пациента с 2014 г. по 2020 г. Наблюдалось развитие прогрессирующей сирингомиелии с дебютом по окончании первого года после спинномозговой травмы на уровне тел C₅₋₇ позвонков и отрицательная динамика в чувствительной, двигательной и вегетативной сферах, неэффективность декомпрессионно-шунтирующей операции от 2018 г., прогрессирование нейронально-аксонального дегенеративного процесса ниже уровня повреждения спинного мозга и посттравматическая сирингомиелия (нисходящая гидромиелия) в нисходящем направлении после 2018 г., что в конечном счете привело к ухудшению функционального состояния с 48 до 32 баллов по двигательному разделу шкалы FIM, опусканию двигательного уровня C₈ до C₇ сегмента спинного мозга.

Клинический случай № 2

Пациентка С. 63 года, 15.03.2011 г. в результате автодорожного происшествия получила тяжелую сочетанную скелетную травму. «Закрытая черепно-мозговая травма. Ушиб головного мозга средней степени тяжести. Закрытая травма груди. Закрытый перелом 4-6-го ребер слева, левосторонний гемопневмоторакс, закрытый перелом 6-7-го ребер справа. Ушиб сердца. Перелом дна вертлужной впадины правого тазобедренного сустава, вколоченный перелом шейки правой бедренной кости».

Катамнез: после оказания квалифицированной медицинской помощи пациентка через два месяца была выписана в удовлетворительном состоянии, с незначительной слабостью в мышцах левой стопы. В мае 2011-го была выполнена операция «Тотальное эндопротезирование правого тазобедренного сустава эндопротезом “De-Puy”». В послеоперационном периоде пациентка смогла самостоятельно ходить с дополнительной опорой на «канадские» костыли, а к концу лета уже с опорой на трость в левой руке.

Однако в октябре 2011 г. (через 7 месяцев после первичной травмы) пациентка отметила появление слабости в мышцах правой (до 3-4 баллов) и ее нарастание в мышцах левой нижней конечности до 2-3 баллов, появление нарушения контроля мочеиспускания, жгучих болей в стопах и голени, деформации позвоночника в нижнем грудном отделе позвоночника с легкими местными болевыми ощущениями, болевой анестезии по проводниковому типу с пупочной линии. На КТ грудного и поясничного отделов позвоночника (06.11.2011) был обнаружен оскольчатый компрессионный перелом тела Th12 позвонка с компрессией костными фрагментами дуральных структур и стенозированием позвоночного канала на 7 мм, признаки костно-травматического повреждения и сужения позвоночного канала на других уровнях не найдены.

В связи с прогрессирующей клиникой нижнего смешанного парапареза и нарушения функций тазовых органов 03.12.2011 г. была выполнена операция «Корпорэктомия тела Th12 позвонка с передней декомпрессией дурального мешка, передний корпородез аллотрансплантом “Tutogen”, задняя транспедикулярная фиксация системой “Диапазон” на уровне тел Th11-L1 позвонков». В послеоперационном периоде наблюдалось незначительное уменьшение степени пареза в левой нижней конечности, исчезновение жгучих болей в нижних конечностях, восстановление самостоятельной ходьбы с помощью опорного манежа и повышение мышечного тонуса в нижних конечностях до 1-2 баллов, болевая гипестезия в паховой области с обеих сторон.

В 2013 г. (через 2 года после травмы) было отмечено появление спастичности в мышцах живота и нижних конечностей, нарастание нижнего спастического парапареза со снижением силы мышц ног до 1-2 баллов, пациентка совсем перестала ходить, появилась слабость в сгибателях пальцев левой кисти до 3 баллов. На МРТ шейного и груднопоясничного отделов

позвоночника была выявлена посттравматическая гидромиелия на уровне С4-L1, рубцово-спаечные изменения на уровне Th4, Th6, Th12 позвонков с полным ликворным блоком, кистозно-спаечный арахноидит Th4-Th6-L1, остеопорозный перелом тела Th4 позвонка 1-й степени, посттравматическая клиновидная деформация тела Th12 позвонка с неудаленными фрагментами межпозвоночных дисков, интрамедуллярные кисты в виде «песочных часов» на уровне Th11-L1 позвонков (рис. 52А-В, рис. 53А-Г)

В связи с прогрессирующей восходящей посттравматической сирингомиелией 31.10.2013 г. (через 2,5 года после травмы) было выполнено оперативное вмешательство в объеме: «Декомпрессивная ламинэктомия Th3-Th5 позвонков, менингиолиз, вскрытие и дренирование интрамедуллярной кисти на этом уровне, пластика твердой мозговой оболочки (ТМО) искусственной ТМО «GORE». В послеоперационном периоде наблюдалось нарастание неврологического дефицита в виде развития нижней параплегии, нарастание дистального верхнего левостороннего монопареза; нарастание спастичности в мышцах нижних конечностях и брюшного пресса до 2 баллов, тотальной анестезии с уровня сосковой линии, исчезновение позыва на мочеиспускание, появление легких болей в левой половине лица стреляющего характера.

Функциональный и неврологический статус

В течение 2014-2015 гг. неврологический статус пациентки продолжал ухудшаться. В 2014 г. выполнялось нейрофизиологическое обследование, которое включало в себя транскраниальную магнитную стимуляцию. При исследовании вызванных моторных ответов (ВМО) методами транскраниальной и сегментарной магнитной стимуляции при отведении в стандартных точках m. rectus femoris (n. femoralis, L2-3), m. abductor hallucis (n. tibialis, S1-2) с двух сторон достоверные ответы при корковой стимуляции при максимальной мощности стимула не были получены, амплитуда ответов при сегментарной стимуляции значительно снижена с обеих сторон (табл. 75). Таким образом, обнаружены признаки тяжелого повреждения пирамидного тракта с вторичным симметричным аксональным дегенеративным изменением периферического нейромоторного аппарата на уровне L2-3, S1-2 сегментов спинного мозга. С 2016 г. пациентка отметила появление онемения левой щеки, сужение левой глазной щели.

На МРТ всех отделов позвоночника от 22.02.2015 г. сохранялась тотальная гидромиелия на уровне С4-L2 позвонков с кистозной трансформацией на уровне Th3-L1 позвонков, умеренная деформация переднего субдурального пространства отломками тела Th12 позвонка (рис. 53 Б, В).

Таблица 75 – Вызванные моторные ответы с мышц нижних конечностей

ВМО	Амплитуда (мВ)		Латенция (мс)	
	корковая	сегментарная	корковая	сегментарная
сторона	слева/справа	слева/справа	слева/справа	слева/справа
m. rectus femoris	0/0	0,2/0,4	– / –* (норма<26,3)	6,1 / 10,0 (норма<12,3)
m. abductor hallucis	0/0	0,1/0,0	– / –* (норма<34,6)	20,6 / – * (норма<20,0)

Примечание: «–» ответ не получен, ВМО – вызванный моторный ответ

Пациентка поступила в реабилитационный центр для инвалидов «Преодоление» в августе 2018 г. с жалобами на отсутствие движений в пальцах левой кисти, жгучие боли в нижних конечностях, левой половине лица (больше в левом ухе и за ним), чувство «сковывающего обруча» в подреберной области с обеих сторон, возникающее при поворотах в кровати и после периода неподвижности.

В объективном статусе обращает на себя внимание легкая одышка, усиливающаяся при умеренной физической нагрузке и в положении лежа на спине (во время осмотра). При глубоком, форсированном дыхании – стридорозный звук, стопы слегка пастозны, ИМТ 32. Послеоперационные рубцы белого цвета расположены посередине на уровне остистых отростков Th2-5, Th10-L2 позвонков. Посттравматический рубец спаян с подлежащими тканями, втянут, белого цвета, расположен на уровне перстневидного хряща. Общемозговой, менингеальной симптоматики нет. Глазные щели S<D, полуптоз слева. Движения глазных яблок в полном объеме. Зрачки D=S, фотореакция живая, симметричная. Лицо симметричное. Язык при протракции незначительно девирует вправо. Оценка неврологического статуса проводилась в соответствии с международным стандартом (ASIA). Сила в мышцах верхних конечностей (миотомы) C₅₋₆ – 5/5 баллов, C₇ – 5/4 балла, C₈-D₁ – 4/0 баллов, в мышцах туловища, нижних конечностей – 0/0 баллов. Тонус в мышцах верхних конечностей, брюшного пресса – 0/0 баллов, нижних конечностей – 2/0-1 балл. Отмечается атрофия межкостных мышц, мышц тенара и гипотенара левой кисти. Легкая гипотрофия мышц первого межпальцевого промежутка правой кисти. Сухожильные и периостальные рефлексы с правой верхней конечности оживлены, с левой – очень низкие. Коленные и ахилловые рефлексы справа невысокие, слева не вызываются. Рефлекс Бабинского справа вызывается, слева отсутствует, сгибательные патологические стопные рефлексы с обеих сторон не вызывались. Чувствительность (дерматомы): болевая C₂-D₄ – справа 2, слева 0 баллов, тактильная C₂-D₄ – справа 2 балла, слева 1 балл, тотальная анестезия с уровня D₅ с обеих сторон. Определяется болевая анестезия в проекции 3 ветви тройничного нерва слева. Пациентка не чувствует наполнение мочевого пузыря и прямой кишки, произвольный контроль за тазовыми органами

утрачен. Мочевой пузырь опорожнялся с использованием мануальных приемов, повышающих внутрибрюшное давление, стул ежедневно с механической интраанальной стимуляцией. Анальный сфинктер при ректальном исследовании тоничен, произвольное сокращение не вызывается. Двигательные возможности при оценке с помощью двигательной субшкалы FIM (FIM_m) составляли 25 баллов (максимум – 91 балл) (табл. 76).

Таблица 76 – Динамика изменения неврологического статуса в период с 2011 по 2018 гг.

Стандарт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2018 г.
ASIA _m , баллы	93	76	67	31	27
ASIA _a , баллы	112	92	85	28	22
ASIA _t , баллы	112	112	112	40	33
FIM _m , баллы	88	52	42	30	25

Примечание: ASIA_m – двигательный счет ASIA, ASIA_a болевая субшкала ASIA, ASIA_t – тактильная субшкала ASIA, FIM_m – двигательная субшкала Functional Independent Measure.

Сопутствующая патология: гипертоническая болезнь 2-й степени, 2 стадии, степень риска ССО 3. ИБС, ПИКС, ХСН 2ФК. Ожирение 1-й степени. Посттрахеостомический стеноз трахеи.

Результаты нейровизуализации

В 2018 г. пациентке была выполнена МРТ всех отделов позвоночника, на которых была выявлена тотальная гидромиелия с сирингомиелитической кистой на уровне Th1-Th2, множественные полости на уровне Th11-L2 позвонков, нарушение ликвородинамики, спайки в субарахноидальном пространстве на уровне грудных позвонков (рис. 52В, 53Г).

В 2018 г. пациентке повторно выполнялось исследование соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП), а также проводилась стимуляционная электронейромиография (СЭНМГ). При стимуляции n. tibialis у лодыжки с обеих сторон (интенсивность стимула 50 мА, длительность 0,2 мс) при выполнении ССВП со спинального отведения (L4Th10) и скальпового отведения (CzFpz) ответы не получены, обнаружены признаки неполного повреждения сенсорных волокон большеберцовых нервов (табл. 77). По данным ССВП имелось полное повреждение структур спиноталамического тракта выше L₅ сегмента спинного мозга.

Таблица 77 – Соматосенсорные вызванные потенциалы при стимуляции большеберцовых нервов

Отведения	Слева*	Справа*
N6 (точка подколенная)	10,6	10,6
N19 (L4Th10)	нет	нет
P45N57 (CzFpz)	нет	нет

Примечание: * – латенция, мс



2013 (A)



2013 (Б)



2018 (B)

Рисунок 52 – МРТ шейного отдела позвоночника и спинного мозга (T1 и T2 ВИ)



2013 (A)



2015 (Б)



2015 (B)



2018 (Г)

Рисунок 53 – МРТ грудного и поясничного отделов позвоночника и спинного мозга (T1, T2 ВИ)

При выполнении СЭНМГ оценивалась скорость распространения возбуждения (СРВ) по двигательным волокнам, амплитуда М-ответа при стимуляции большеберцовых, срединных нервов, левого локтевого нерва (табл. 78), были обнаружены признаки асимметричного аксонально-нейронального поражения слева на уровне C₆-D₁, признаки симметричного аксонально-нейронального «обеднения» на уровне S₁-S₂ с явлениями демиелинизации слева. Данные изменения, вероятно, имеют смешанный характер и обусловлены сирингомиелитическим нейрональным и вторичным аксональным повреждениями.

Таблица 78 – Данные стимуляционной электронейромиографии (СЭНМГ)

Тестируемая мышца	Ведущий сегмент, нерв	Амплитуда М-ответа, мВ (S/D)	СРВ на предплечье, м/с (S/D)
m. abductor pollicis longus	n. medianus (C6, C7)	0,07 / 8,0	67,0 / 55,0
m. abductor digiti minimi	n. ulnaris (C8, D1)	0,05 / –*	58,0 / –*
m. abductor hallucis	n. tibialis (S1, S2)	0,08 / 0,08	48,0 / 70,0

Примечание: значение до наклонной черты – слева (S), после наклонной черты – справа (D), «–» – исследование не выполнялось

Таким образом, в основе ухудшения функционального состояния лежит прогрессирующая посттравматическая сирингомиелия. Обращает на себя внимание восходящий вариант прогрессирования ПТС в течении первых двух лет после спинальной травмы с локализацией первичной полости на уровне травматического перелома Th12 позвонка, усугубление неврологической картины после декомпрессионно-шунтирующей операции с отсроченным формированием дополнительной полости на уровне T1-Th2 позвонков, дальнейшим прогрессированием гидромиелии до уровня C1 позвонка, с развитием послеоперационных рубцово-спаечных процессов на уровне тел Th3-Th5, с формированием цервикальной тетраплегии с двигательным уровнем C7.

Одним из способствующих факторов ее развития является посттрахеостомический стеноз трахеи. Известно, что клапанный механизм кистообразования в условиях неполного стеноза субарахноидального пространства обусловлен снижением давления тока субарахноидальной жидкости, что в свою очередь оказывает расширяющий эффект на спинной мозг и его растяжение во время каждой сердечной систолы, а чихание, кашель, физическое напряжение и положение сидя вызывают гидродинамические феномены, которые способствуют прогрессированию размеров сирингомиелии.

Таким образом, восходящий прогрессирующий вариант течения посттравматической сирингомиелии привел пациентку к значительному ухудшению ее функционального состояния, развитию тетраплегии с двигательным уровнем C₇ (двигательная шкала FIM_m – 25 баллов), что во многом способствовало прогрессированию развития сердечно-сосудистой патологии как основной причины смерти в возрасте старше 60 лет.

ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕТОДИК РЕАБИЛИТАЦИИ

4.1. Клинико-демографическая характеристика экспериментальных групп

На втором этапе в исследование вошло 200 пациентов с последствиями СМТ на шейном уровне спинного мозга (ДУ С₅-С₈ сегменты спинного мозга) с развитием тетраплегии. Все пациенты методом простой рандомизации были разделены на пять групп, в ходе наблюдения клинико-инструментальное обследование пациентов выполнялось трижды: при поступлении (Т₁), по окончании первичного 30-дневного курса реабилитации (Т₂), а также через год после первичного курса реабилитации (Т₃) (продольное проспективное исследование). Обследование по окончании курса реабилитации (Т₂) было выполнено только у 192 пациентов, так как в ходе реабилитации 8 пациентов (ошибка истощения – 4%) выбыло из исследования в связи с обострением хронической уроинфекции (5 пациентов), получением травмы опорно-двигательного аппарата (2 пациента), развитием флеботромбоза вен нижних конечностей (1 пациент), отдаленное обследование через год после первичного (Т₃, в начале повторного курса реабилитации) было выполнено у 180 пациентов (ошибка истощения составила 10%).

Пациенты первой группы (МКФ-ориентированный подход, контрольная) получали общепринятый курс реабилитации, включавший стандартную ЛФК и механотерапию с БОС, социально-бытовую адаптацию (СБА), лечебный массаж – каждая процедура длительностью 30-60 минут по 10-20 процедур за курс, ФТЛ включала в себя курсовое применение переменного магнитного поля (10-100 кГц) (аппарат “Magnetomed 2000”) и динамической пневмокомпрессии нижних конечностей по 10-20 минут 10 процедур (аппарат “Pressomed 2900”); во второй группе пациенты получали такой же базовый курс реабилитации, как и в первой группе, за исключением того, что в занятие социально-бытовой адаптации интегрировалась 30-минутное занятие специальной лечебной гимнастикой для верхних конечностей (СЛГВК), 3 раза в неделю № 12, в третьей группе курс реабилитации был аналогичен курсу, применяемому во второй группе, однако занятия по ЛФК и социально-бытовой адаптации были организованы по методике пациент- и задач-ориентированного подхода (ПЗОРП), в четвертой группе пациентам помимо базовой программы назначалось постоянное ношение абдоминального брюшного бандажа (АБ) шириной 15-20 см (с натяжением –10 см от первоначальной окружности талии пациента) при высаживании и перемещении в кресле-коляске в течение дня на все время пребывания в РЦ, в пятой группе пациенты получали лечение, аналогичное четвертой группе, которое дополнялось курсовым применением низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения (НИЛИ) (аппарат “Lasarmed 2000”, длина волны 905 нм, частота излучения 50 Гц) на область сердца и крупных

сосудов, всего пять зон: область верхушечного толчка, паравертебрально на уровне Th1-Th3 позвонков, где расположены преганглионарные симпатические нейроны, зона пульсации сонной артерии слева и справа, зона локализации синокаротидного узла, – длительность воздействия составляла одну минуту на зону, ежедневно, № 20.

Распределение пациентов по возрасту получения травмы (СМТ) показало доминирование пациентов 20-30-летнего возраста, мужского пола (соотношение мужчин к женщинам равно 3:1), с полным двигательным повреждением (типы А и В), на уровне сегментов C₅-C₆ спинного мозга. Между группами не было обнаружено различий по полу, неврологическому статусу (уровень и тип повреждения спинного мозга), за исключением небольших различий по возрасту между пациентами первой, четвертой, пятой и третьей групп (MANOVA, критерий Краскел-Уоллис для множественных сравнений, H=15,2; p=0,02); по полу различий не было – группа 3 (32/8) против группы 5 (28/12) соответствует χ^2 -критерий=1,1; p=0,30 (табл. 79).

Таблица 79 – Данные групп по демографии и неврологическому статусу

Пациенты	Возраст (лет)	Давность СМТ (лет)	Пол (м/ж)	Двигательный уровень C ₅ -C ₆ /C ₇ -C ₈	Тип повреждения А-В/С-Д
группа 1	28 (22,0; 48,0)	3 (2,0; 6,0)	30/10	28/12	32/8
группа 2	27 (21,0; 36,0)	2 (1,0; 5,0)	30/10	28/12	29/11
группа 3	26 (20,0; 36)	2 (1,0; 3,0)	32/8	27/13	31/9
группа 4	29 (20,0; 40,0)	3 (1,0; 5,0)	29/11	29/11	33/7
группа 5	28 (22,0; 40,0)	2 (1,0; 7,0)	28/12	28/12	31/9
Н-критерий	15,2	4,6	критерий χ^2		

При сравнении клинико-функционального статуса существенных различий между группами по двигательному статусу (счет ASIA для верхней конечности), шкале FIM_m также обнаружено не было (табл. 80).

Таблица 80 – Функциональное состояние пациентов по группам до реабилитации

Пациенты	ASIA _{рука} (баллы)	FIM _m (баллы)
1-я группа	22±7,7	40±15,0
2-я группа	23±7,6	39±15,6
3-я группа	24±7,4	40±13,4
4-я группа	23±9,1	41±15,9
5-я группа	24±8,2	41±16,1
F-критерий / p	0,5/>0,05	0,7/>0,05

4.2. Оценка эффективности двигательных методик реабилитации

Функциональное состояние пациентов оценивалось с помощью доменного анализа использованных ранее функциональных шкал. До начала реабилитации (T_1) группы были достаточно однородны между собой как по суммарным оценкам, так и по доменным параметрам. Так, по шкале FIM_m значения были следующие: первая группа – $40 \pm 15,0$, вторая группа – $39 \pm 15,6$, третья группа – $40 \pm 13,4$ баллов. Для шкалы VLT: первая группа – $41 \pm 15,6$ балл, вторая группа – $42 \pm 14,5$ балла, третья группа – $41 \pm 16,8$ балл (табл. 81). Однородность дисперсии для всех групп (гомоскедастичность) была предварительно подтверждена тестом Левена для обеих функциональных шкал ($MS=6,1$, $F=0,8$, $p=0,52$ для FIM_m; $MS=4,6$, $F=0,6$, $p=0,74$ для VLT).

Таблица 81 – Сравнение доменов функциональных шкал в начале курса реабилитации (T_1)

Параметры		1 группа (n=40)	2 группа (n=40)	3 группа (n=40)	(p) F-критерий
Двигательный статус					
FIM _m , баллы		$40 \pm 15,0$	$39 \pm 15,6$	$40 \pm 13,4$	0,58
домены	самообслуживание, баллы	$19,6 \pm 7,55$	$19,0 \pm 8,75$	$19,6 \pm 7,73$	0,80
	тазовые функции, баллы	$5,2 \pm 2,94$	$5,3 \pm 1,91$	$5,2 \pm 1,57$	0,63
	трансфер, баллы	$9,6 \pm 3,35$	$9,4 \pm 2,87$	$9,7 \pm 3,12$	0,54
	мобильность, баллы	$5,6 \pm 1,65$	$5,5 \pm 2,12$	$5,6 \pm 1,74$	0,65
VLT, баллы		$41 \pm 15,6$	$42 \pm 14,5$	$41 \pm 16,8$	0,55
домены	баланс, баллы	$10,3 \pm 4,74$	$10,5 \pm 3,91$	$10,2 \pm 2,60$	0,48
	1 палец, баллы	$11,5 \pm 4,32$	$11,8 \pm 4,29$	$11,4 \pm 4,96$	0,45
	2–5 пальцы, баллы	$8,2 \pm 2,83$	$8,4 \pm 3,63$	$8,2 \pm 3,29$	0,67
	манипуляции, баллы	$11,1 \pm 4,34$	$11,3 \pm 4,75$	$11,1 \pm 4,41$	0,52

По окончании реабилитации (T_2) были обнаружены достоверные различия между группами при множественном сравнении (критерий Тьюки, межгрупповая $MS=22,0$; $SS=184,0$) (см. табл. 84). Суммарная оценка по шкале FIM_m показала преобладание функциональной независимости в третьей группе – $49 \pm 18,4$ баллов в отличие от первой группы – $46 \pm 15,8$ и второй группы – $47 \pm 17,1$ баллов. Между группами была значимая разница по домену «самообслуживание» ($23 \pm 7,8$ балла, $24 \pm 7,8$ балла, $24,9 \pm 7,67$ балла), не было различий по домену «тазовые функции», в домене «трансфер» наиболее высокие показатели были в третьей группе ($12,3 \pm 4,21$), показатели первой и второй групп статистически между собой не

различались ($11,1 \pm 4,1$ и $11,3 \pm 4,79$ балла), в домене «мобильность» значимые различия были только между третьей и первой группами ($6,4 \pm 2,34$ против $5,9 \pm 2,80$ балла).

Суммарная оценка по шкале VLT показала более высокие функциональные способности верхних конечностей во второй и третьей группах ($49 \pm 15,3$ и $49 \pm 16,2$ баллов соответственно) в сравнении с первой группой ($46 \pm 15,4$ баллов). По доменам «баланс» и «манипуляции» различий между группами не было, первая группа имела более низкие значения по сравнению со второй и третьей группами по доменам «1 палец» ($13,3 \pm 5,64$ против $14,4 \pm 5,40$ и $14,7 \pm 5,21$ балла) и «2-5 пальцы» ($9,2 \pm 3,76$ против $10,0 \pm 4,41$ и $10,0 \pm 3,76$ балла) (см. табл. 82). При этом изменения в неврологическом статусе (ДУ, полнота повреждения, $ASIA_{рука}$) полностью отсутствовали. Таким образом, нарастание межгрупповой неоднородности наблюдаются между первой и одновременно второй и третьей группами по шкалам FIM_m, VLT; домены «баланс» и «тазовые функции» имеют минимальную межгрупповую вариативность и, вероятно, наибольшую ригидность к функциональным изменениям, а также к применяемым методам реабилитации.

Таблица 82 – Сравнение доменов функциональных шкал в конце курса реабилитации (T₂)

Параметры		1 группа (n=39)	2 группа (n=38)	3 группа (n=38)	Критерий Фишера	Критерий Тьюки
Двигательный статус						
FIM _m (баллы)		$46 \pm 15,8$	$47 \pm 17,1$	$49 \pm 18,4$	$F=57,5$ $p=0,00$	$p_3-p_1=0,00$ $p_2-p_3=0,00$
домены	самообслуживание, баллы	$23,0 \pm 7,8$	$24,0 \pm 7,4$	$24,9 \pm 7,67$	$F=44,2$ $p=0,00$	$p_3-p_1=0,00$ $p_2-p_1=0,00$
	тазовые функции, баллы	$5,4 \pm 2,44$	$5,6 \pm 2,45$	$5,4 \pm 2,61$	$F=1,1$ $p=0,65$	
	трансфер, баллы	$11,1 \pm 4,1$	$11,3 \pm 4,79$	$12,3 \pm 4,21$	$F=31,8$ $p=0,00$	$p_3-p_1=0,00$ $p_3-p_2=0,00$
	мобильность, баллы	$5,9 \pm 2,80$	$6,2 \pm 2,50$	$6,4 \pm 2,34$	$F=5,4$ $p=0,02$	$p_3-p_1=0,00$
VLT (баллы)		$46 \pm 15,4$	$49 \pm 15,3$	$49 \pm 16,2$	$F=56$ $p=0,00$	$p_3-p_1=0,00$ $p_2-p_1=0,00$
домены	баланс, баллы	$11,2 \pm 4,17$	$11,7 \pm 4,03$	$11,3 \pm 3,77$	$F=1,8$ $p=0,28$	
	1 палец, баллы	$13,3 \pm 5,64$	$14,4 \pm 5,40$	$14,7 \pm 5,21$	$F=21,8$ $p=0,00$	$p_1-p_2=0,00$ $p_1-p_3=0,00$
	2-5 пальцы, баллы	$9,2 \pm 3,76$	$10,0 \pm 4,41$	$10,0 \pm 3,76$	$F=35,6$ $p=0,00$	$p_1-p_2=0,00$ $p_1-p_3=0,00$
	манипуляции, баллы	$12,2 \pm 4,12$	$12,8 \pm 5,06$	$12,7 \pm 4,21$	$F=0,5$ $P=0,68$	

Прирост функциональных показателей (Δ) в результате реабилитации составил: в первой группе по FIM_m – $6 \pm 2,2$ и VLT – $5 \pm 1,5$ баллов; во второй группе по FIM_m – $8 \pm 2,4$ баллов, VLT – $7 \pm 1,6$ баллов; в третьей группе по FIM_m – $9 \pm 2,5$ баллов, VLT – $8 \pm 1,7$ баллов. Наибольшие изменения по шкалам FIM_m (20% и 23% против 15% контрольной группы) и VLT (17% и 19% против 12% контрольной группы) получены во второй и третьей группах. Динамика положительных изменений в контрольной группе была сопоставима с экспериментальными группами только по двум доменам: «тазовые функции» шкалы FIM_m (4-6%) и «баланс» шкалы VLT (9-11%). Также во второй и третьей группах отмечается сопоставимая динамика в доменах «самообслуживание» (26% и 27% против 17%), «мобильность» (13%, 14% против 5%) шкалы FIM_m, «манипуляции» (13%, 14% против 10%), «2–5 пальцы» (22% и 19% против 12%) шкалы VLT, что указывает на положительное влияние сочетания базовой программы реабилитации с методикой СЛГВК. Динамика показателей в третьей группе преобладает в доменах «1 палец» (29% против 22%, 16%) шкалы VLT, «трансфер» (27% против 20% и 15%) шкалы FIM_m, что может объясняться приоритетным значением сочетания пациент- и задач-ориентированного реабилитационного подхода (ПЗОРП) со специальной лечебной гимнастикой для верхней конечности (СЛГВК) (рис. 54).

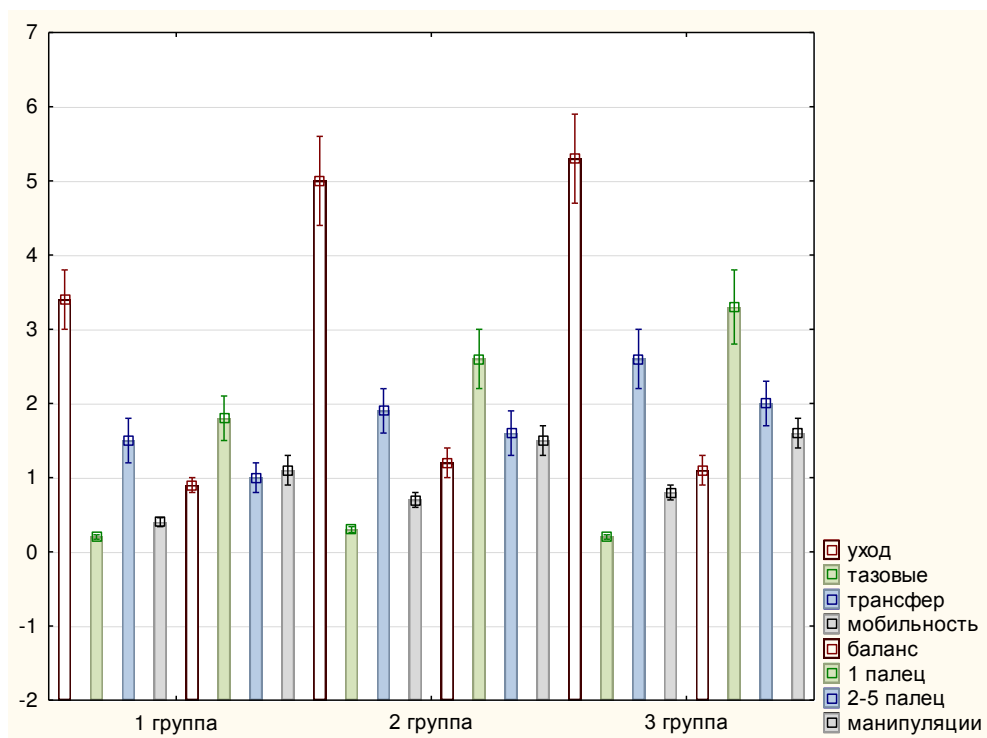


Рисунок 54 – Динамика изменений функциональных параметров по доменам шкал FIM_m и VLT в ходе первичного реабилитационного курса ($M \pm 0,95$ CI)

По психоэмоциональному состоянию до начала реабилитации статистически значимых различий между группами обнаружено не было (критерий Фишера) (табл. 83). Показатели

личностной тревоги находились в пределах 43-45 баллов ($45 \pm 4,7$; $44 \pm 5,2$; $43 \pm 5,5$ балла в первой, второй, третьей группах соответственно), реактивной тревоги – в пределах 38-40 баллов соответственно ($40 \pm 5,4$; $39 \pm 4,9$; $38 \pm 4,5$ баллов), что указывает на умеренное повышение тревожности, границы которой составляют 30-45 баллов (шкала Спилбергера-Ханина), при этом тревога в первой группе была слегка выше, чем в третьей группе, однако данные изменения носили статистически незначимый характер. Показатели депрессии находились в области легких депрессивных нарушений (10-15 баллов) по $11,2 \pm 2,8$; $11,3 \pm 2,40$; $11,5 \pm 2,10$ балла в первой, второй, третьей группах соответственно (шкала Бека). Показатели качества жизни между пациентами также не имели статистически значимых различий и находились на уровне 53-54 баллов ($54 \pm 14,1$; $53 \pm 14,6$; $54 \pm 13,1$ балла) (шкала WHOQOL-BREF). Однородность дисперсии (гомоскедастичность) была подтверждена тестом Левена для всех рассмотренных компонентов психоэмоционального состояния: депрессия (критерий Левена $SS=30,1$, $p=0,22$; критерий Фишера $F=0,54$, $p=0,42$), тревога личностная (критерий Левена $SS=35,6$, $p=0,18$; критерий Фишера $F=1,81$, $p=0,12$), тревога реактивная ($SS=32,2$, $p=0,20$; критерий Фишера $F=1,4$, $p=0,10$), качество жизни ($SS=30,1$, $p=0,22$; критерий Фишера $F=0,34$, $p=0,57$).

Таблица 83 – Изменения психоэмоционального состояния в ходе реабилитационного лечения

Группы	T ₁	T ₂	(p) критерий Стьюдента
1-я группа (n=40/39)			
Тревожность Р, баллы	$40 \pm 5,4$	$36 \pm 5,9$	0,00
Тревожность Л, баллы	$45 \pm 4,7$	$43 \pm 6,6$	0,00
Депрессия, баллы	$11,2 \pm 2,80$	$8,9 \pm 2,9$	0,00
Качество жизни, баллы	$54 \pm 14,1$	$57 \pm 14,6$	0,00
2-я группа (n=40/38)			
Тревожность Р, баллы	$39 \pm 4,9$	$35 \pm 5,1$	0,00
Тревожность Л, баллы	$44 \pm 5,2$	$42 \pm 5,6$	0,00
Депрессия, баллы	$11,3 \pm 2,4$	$8,8 \pm 2,8$	0,00
Качество жизни, баллы	$53 \pm 14,6$	$58 \pm 13,8$	0,00
3-я группа (n=40/38)			
Тревожность Р, баллы	$38 \pm 4,5$	$34 \pm 5,8$	0,00
Тревожность Л, баллы	$43 \pm 5,5$	$41 \pm 5,9$	0,00
Депрессия, баллы	$11,5 \pm 2,10$	$8,2 \pm 2,3$	0,00
Качество жизни, баллы	$54 \pm 13,1$	$62 \pm 13,2$	0,00

По окончания реабилитации (T_2) наиболее значимые различия были обнаружены у пациентов в третьей группе, в которой было отмечено незначительное уменьшение уровня депрессии ($8,2 \pm 2,3$ балла в 3 группе против $8,9 \pm 2,9$ и $8,8 \pm 2,8$ балла в 1 и 2 группах, критерий Фишера $F=1,4$; $p=0,45$) и значительное улучшение качества жизни ($62 \pm 13,2$ балла против $57 \pm 14,6$ и $58 \pm 13,8$ баллов соответственно) (критерий Фишера $F=8,6$; $p=0,00$). Положительная динамика в психоэмоциональном состоянии в результате реабилитации была отмечена в виде уменьшения уровня реактивной тревоги, которое во всех трех группах составило по 10%, а также в виде снижения уровня личностной тревоги во всех группах на 4-5%. Степень уменьшения уровня депрессии в первой группе составила 20%, во второй группе – 22%, в третьей группе – 29%. Качество жизни также улучшилось на 5%, 9% и 15% в первой, второй и третьей группах соответственно (рис. 55). Таким образом, пациент- и задач-ориентированный реабилитационный подход (ПЗОРП) положительно влияет на снижение уровня депрессии и улучшение качества жизни.

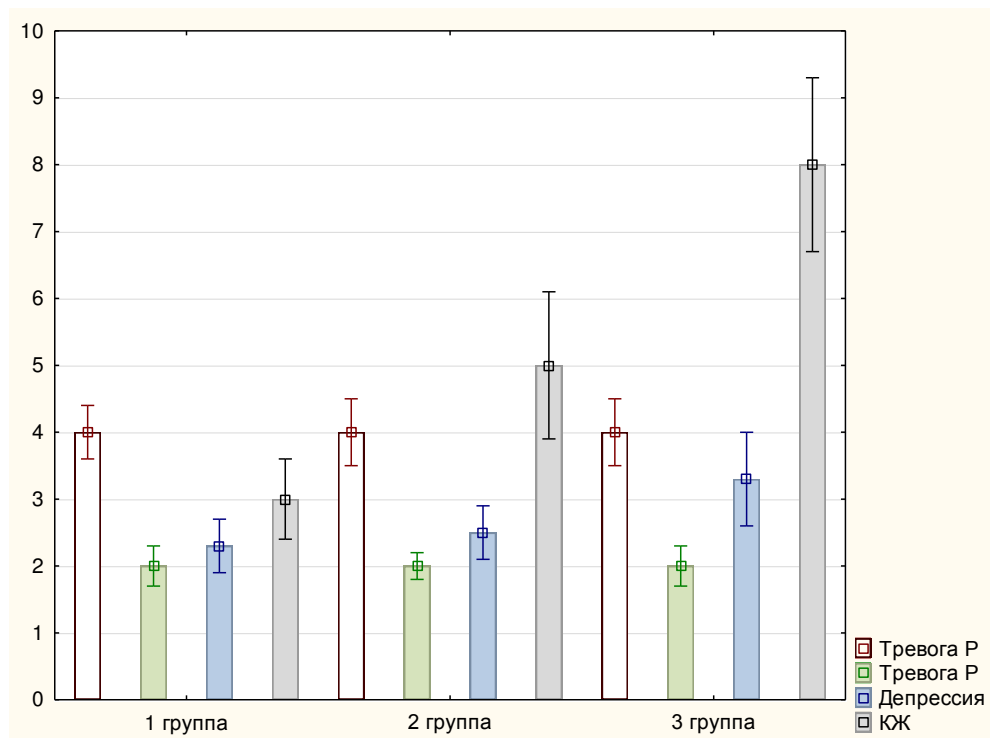


Рисунок 55 – Динамика изменений психоэмоционального состояния VLT в ходе первичного реабилитационного курса ($M \pm 0,95 CI$)

Для детальной оценки выраженности изменений по доменам применяемых функциональных шкал функциональное состояние пациентов в каждой из групп было рассмотрено в зависимости от двигательного уровня (группы: C_5-C_6 и C_7-C_8) и полноты повреждения спинного мозга (типы А-В и С-Д).

Первая группа – контрольная

До реабилитации пациенты первой группы с полным двигательным повреждением (тип А-В) имели FIM_m 38 (26,0; 48,0), VLT 36 (24,0; 48) баллов, с неполным (тип С-D) – FIM_m 52 (37,0; 65,0), VLT 59 (48,0; 74,0) баллов, с высоким уровнем повреждения (ДУ С₅-С₆) FIM_m составлял 34 (22,0; 40,0), VLT – 32 (22,0; 44,0) балла, с низким уровнем повреждения (ДУ С₇-С₈) FIM_m 54 (42,0; 66,0), VLT 59 (41,0; 78,0) баллов (табл. 84, 85) (критерий Манн-Уитни, $p < 0,05$). После реабилитации состояние пациентов улучшилось, пациенты с полным повреждением имели FIM_m 43 (30,0; 54,0), VLT 41 (30,0; 56,0) балл, с неполным – FIM_m 61 (46,0; 74,0), VLT 66 (52,0; 78,0) баллов, с высоким повреждением – FIM_m 39 (26,0; 48,0), VLT 38 (28,0; 48) баллов, с низким повреждением – FIM_m 62 (48,0; 76,0), VLT 66 (45,0; 86,0) баллов (критерий Вилкинсона, $p < 0,05$), при этом различия во времени отсутствовали в доменах «тазовые функции», «мобильность» у пациентов с полным и высоким двигательным повреждением, а также в доменах «баланс», «манипуляции» у пациентов с полным двигательным повреждением (критерий Вилкинсона, $p > 0,05$).

Таблица 84 – Клиническое состояние пациентов 1-й группы в ходе курса реабилитации в зависимости от полноты повреждения

Параметры		T ₁ (n=32)	T ₂ (n=31)	T ₁ (n=8)	T ₂ (n=8)
Полнота повреждения		тип А-В		тип С-D	
FIM _m , баллы		38 (26,0; 48,0)	43 (30,0; 54,0)	52 (37,0; 65,0)	61 (46,0; 74,0)
домены	самообслуживание, баллы	18 (14,0; 25,0)	21 (15,0; 28,0)	25 (18,0; 30,0)	29 (23,0; 38,0)
	тазовые функции, баллы	5 (3,0; 6,0)	5 (4,0; 6,0)	7 (5,0; 9,0)	8 (6,0; 10,0)
	трансфер, баллы	9 (6,0; 12,0)	10 (7,0; 16,0)	12 (9,0; 16,0)	14 (11,0; 22,0)
	мобильность, баллы	5 (3,0; 6,0)	6 (3,0; 6,0)	7 (5,0; 9,0)	9 (6,0; 12,0)
VLT, баллы		36 (24,0; 48)	41 (30,0; 56,0)	59 (48,0; 74,0)	66 (52,0; 78,0)
домены	баланс, баллы	9 (4,0; 12,0)	10 (5,0; 14,0)	13 (8,0; 18,0)	14 (10,0; 18,0)
	1 палец, баллы	10 (5,0; 13,0)	12 (8,0; 15,0)	18 (8,0; 24,0)	20 (16,0; 26,0)
	2-5 пальцы, баллы	6 (3,0; 8,0)	7 (5,0; 9,0)	12 (8,0; 18,0)	14 (12,0; 18,0)
	манипуляции, баллы	10 (4,0; 14,0)	11 (6,0; 14,0)	15 (8,0; 19,0)	17 (11,0; 23,0)

Таблица 85 – Клиническое состояние 1-й группы в ходе курса реабилитации в зависимости от уровня повреждения (ДУ)

Параметры		T ₁ (n=28)	T ₂ (n=27)	T ₁ (n=12)	T ₂ (n=12)
Двигательный уровень		C ₅ -C ₆		C ₇ -C ₈	
FIM _m , баллы		34 (22,0; 40,0)	39 (26,0; 48,0)	54 (42,0; 66,0)	62 (48,0; 76,0)
домены	самообслуживание, баллы	17 (12,0; 24,0)	19 (15,0; 26,0)	26 (18,0; 32,0)	30 (27,0; 38,0)
	тазовые функции, баллы	4 (3,0; 6,0)	4 (3,0; 7,0)	7 (5,0; 9,0)	8 (6,0; 9,0)
	трансфер, баллы	7 (6,0; 10,0)	8 (6,0; 12,0)	13 (9,0; 16,0)	15 (11,0; 18,0)
	мобильность, баллы	5 (2,0; 5,0)	5 (3,0; 5,0)	8 (7,0; 10,0)	9 (8,0; 10,0)
VLT, баллы		32 (22,0; 44,0)	38 (28,0; 48)	59 (41,0; 78,0)	66 (45,0; 86,0)
домены	баланс, баллы	8 (3,0; 10,0)	9 (6,0; 11,0)	14 (8,0; 20,0)	15 (8,0; 21,0)
	1 палец, баллы	9 (2,0; 11,0)	11 (4,0; 14,0)	18 (9,0; 23,0)	20 (12,0; 26,0)
	2-5 пальцы, баллы	6 (1,0; 8,0)	7 (4,0; 9,0)	12 (5,0; 15,0)	14 (8,0; 18,0)
	манипуляции, баллы	9 (3,0; 12,0)	10 (6,0; 14,0)	15 (6,0; 19,0)	17 (10,0; 21,0)

Вторая группа – специальная лечебная гимнастика для верхних конечностей (СЛГВК)

До реабилитации пациенты второй группы с полным двигательным повреждением (тип А-В) имели FIM_m 37 (25,0; 46,0), VLT 37 (22,0; 50,0) баллов, с неполным (тип С-Д) – FIM_m 50 (35,0; 69,0), VLT 60 (40,0; 81,0) баллов; с высоким уровнем повреждения (ДУ C₅-C₆) – FIM_m 34 (20,0; 40,0), VLT 34 (23,0; 46,0) балла, с низким уровнем повреждения (ДУ C₇-C₈) – FIM_m 50 (38,0; 64,0), VLT 60 (42,0; 84,0) баллов (табл. 86, 87) (критерий Манн-Уитни). После реабилитации состояние пациентов улучшилось, пациенты с полным повреждением имели FIM_m 44 (30,0; 56,0) балла, VLT 44 (31,0; 57,0) балла, с неполным – FIM_m 62 (43,0; 78,0) балла; VLT 68 (48,0; 90,0) баллов, с высоким повреждением – FIM_m 41 (28,0; 50,0), VLT 40 (30,0; 52,0) баллов, с низким повреждением – FIM_m 63 (50,0; 77,0), VLT 69 (49,0; 88,0) баллов (критерий Вилкинсона, $p < 0,05$), при этом различия во времени отсутствовали в доменах «тазовые функции», «мобильность» у пациентов с полным двигательным повреждением (критерий Вилкинсона, $p > 0,05$).

Таблица 86 – Клиническое состояние 2-й группы в ходе курса реабилитации в зависимости от полноты повреждения

Параметры		T ₁ (n=29)	T ₂ (n=27)	T ₁ (n=11)	T ₂ (n=11)
Полнота повреждения		тип А-В		тип С-Д	
FIM _m , баллы		37 (25,0; 46,0)	44 (30,0; 56,0)	50 (35,0; 69,0)	62 (43,0; 78,0)
домены	самообслуживание, баллы	18 (13,0; 25,0)	22 (16,0; 29,0)	24 (19,0; 32,0)	30 (24,0; 40,0)
	тазовые функции, баллы	5 (2,0; 6,0)	5 (2,0; 6,0)	7 (5,0; 9,0)	8 (6,0; 9,0)
	трансфер, баллы	8 (6,0; 12,0)	11 (8,0; 16,0)	11 (8,0; 16,0)	14 (10,0; 24,0)
	мобильность, баллы	5 (2,0; 6,0)	6 (3,0; 6,0)	7 (4,0; 9,0)	9 (6,0; 12,0)
VLT, баллы		37 (22,0; 50,0)	44 (31,0; 57,0)	60 (40,0; 81,0)	68 (48,0; 90,0)
домены	баланс, баллы	10 (4,0; 12,0)	11 (7,0; 15,0)	13 (9,0; 18,0)	15 (10,0; 20,0)
	1 палец, баллы	10 (6,0; 13,0)	13 (10,0; 16,0)	18 (10,0; 26,0)	20 (10,0; 28,0)
	2-5 пальцы, баллы	6 (3,0; 8,0)	8 (5,0; 10,0)	12 (8,0; 20,0)	14 (9,0; 23,0)
	манипуляции, баллы	10 (5,0; 14,0)	11 (6,0; 15,0)	16 (8,0; 20,0)	19 (10,0; 24,0)

Таблица 87 – Клиническое состояние 2-й группы в ходе курса реабилитации в зависимости от уровня повреждения (ДУ)

Параметры		T ₁ (n=28)	T ₂ (n=27)	T ₁ (n=12)	T ₂ (n=11)
Двигательный уровень		C ₅ –C ₆		C ₇ –C ₈	
FIM _m , баллы		34 (20,0; 40,0)	41 (28,0; 50,0)	50 (38,0; 64,0)	63 (50,0; 77,0)
домены	самообслуживание, баллы	17 (12,0; 22,0)	21 (17,0; 26,0)	24 (18,0; 30,0)	30 (25,0; 40,0)
	тазовые функции, баллы	4 (3,0; 5,0)	4 (3,0; 6,0)	7 (5,0; 9,0)	9 (6,0; 10,0)
	трансфер, баллы	7 (6,0; 9,0)	9 (7,0; 14,0)	12 (8,0; 16,0)	15 (11,0; 18,0)
	мобильность, баллы	5 (2,0; 5,0)	6 (3,0; 6,0)	7 (3,0; 9,0)	9 (5,0; 11,0)
VLT, баллы		34 (23,0; 46)	40 (30,0; 52,0)	60 (42,0; 84,0)	69 (49,0; 88,0)
домены	баланс, баллы	8 (3,0; 11,0)	9 (5,0; 12,0)	14 (9,0; 20,0)	16 (9,0; 22,0)
	1 палец, баллы	9 (3,0; 12,0)	12 (5,0; 15,0)	18 (10,0; 26,0)	20 (13,0; 26,0)
	2-5 пальцы, баллы	7 (2,0; 8,0)	9 (5,0; 11,0)	12 (6,0; 16,0)	14 (9,0; 18,0)
	манипуляции, баллы	9 (4,0; 12,0)	10 (5,0; 14,0)	15 (7,0; 20,0)	18 (10,0; 24,0)

Третья группа – СЛГВК и ПЗОРП

До реабилитации пациенты третьей группы с полным двигательным повреждением (тип А-В) имели FIM_m 38 (24,0; 46,0), VLT 36 (22,0; 46,0) баллов, с неполным (тип С-D) – FIM_m 51 (35,0; 67,0), VLT 60 (44,0; 72,0) баллов, с высоким уровнем повреждения (ДУ С5-С6) – FIM_m 35 (21,0; 40,0), VLT 32 (20,0; 46,0) балла, с низким уровнем повреждения (ДУ С7-С8) – FIM_m 53 (41,0; 64,0), VLT 59 (40,0; 76,0) баллов (см. табл. 88, 89) (критерий Манн-Уитни). После реабилитации состояние пациентов улучшилось, пациенты с полным повреждением имели FIM_m 45 (30,0; 56,0) баллов, VLT 43 (30,0; 54,0) балла, с неполным – FIM_m 66 (46,0; 78,0) баллов, VLT 70 (52,0; 76,0) баллов, с высоким повреждением – FIM_m 43 (30,0; 50,0) балла, VLT 9 (5,0; 10,0) баллов, с низким повреждением – FIM_m 67 (50,0; 82,0), VLT 69 (48,0; 90,0) баллов (критерий Вилкинсона, $p < 0,05$), при этом различия во времени отсутствовали в домене «тазовые функции» у пациентов с полным двигательным повреждением (критерий Вилкинсона, $p > 0,05$).

Таблица 88 – Клинические состояние 3-й группы в ходе курса реабилитации в зависимости от полноты повреждения

Параметры		T ₁ (n=31)	T ₂ (n=29)	T ₁ (n=9)	T ₂ (n=9)
Полнота повреждения		тип А-В		тип С-D	
FIM _m , баллы		38 (24,0; 46,0)	45 (30,0; 56,0)	51 (35,0; 67,0)	66 (46,0; 78,0)
домены	самообслуживание, баллы	19 (14,0; 24,0)	23 (16,0; 30,0)	25 (18,0; 32,0)	32 (26,0; 39,0)
	тазовые функции, баллы	5 (4,0; 5,0)	5 (4,0; 5,0)	8 (5,0; 10,0)	10 (6,0; 12,0)
	трансфер, баллы	8 (7,0; 12,0)	11 (8,0; 14,0)	10 (8,0; 14,0)	13 (10,0; 15,0)
	мобильность, баллы	5 (3,0; 6,0)	5 (4,0; 6,0)	7 (5,0; 9,0)	10 (7,0; 14,0)
VLT, баллы		36 (22,0; 46,0)	43 (30,0; 54,0)	60 (44,0; 72,0)	70 (52,0; 76,0)
домены	баланс, баллы	10 (4,0; 13,0)	11 (4,0; 13,0)	13 (9,0; 18,0)	15 (10,0; 20,0)
	1 палец, баллы	9 (4,0; 12,0)	12 (7,0; 17,0)	18 (10,0; 22,0)	20 (12,0; 25,0)
	2-5 пальцы, баллы	6 (3,0; 8,0)	8 (6,0; 10,0)	13 (8,0; 16,0)	15 (11,0; 18,0)
	манипуляции, баллы	10 (4,0; 14,0)	11 (6,0; 16,0)	15 (10,0; 20,0)	19 (14,0; 24,0)

Таблица 89 – Клиническое состояние 3-й группы в ходе курса реабилитации в зависимости от уровня повреждения (ДУ)

Параметры		T ₁ (n=27)	T ₂ (n=26)	T ₁ (n=13)	T ₂ (n=12)
Двигательный уровень		C ₅ -C ₆		C ₇ -C ₈	
FIM _m , баллы		35 (21,0; 40,0)	43 (30,0; 50,0)	53 (41,0; 64,0)	67 (50,0; 82,0)
домены	самообслуживание, баллы	17 (12,0; 25,0)	21 (16,0; 28,0)	25 (18,0; 34,0)	32 (26,0; 40,0)
	тазовые функции, баллы	4,5 (3,0; 5,0)	4 (3,0; 5,0)	7 (6,0; 9,0)	9 (7,0; 10,0)
	трансфер, баллы	7 (5,0; 9,0)	10 (7,0; 11,0)	13 (8,0; 15,0)	16 (10,0; 18,0)
	мобильность, баллы	5 (2,0; 5,0)	5 (3,0; 5,0)	8 (6,0; 10,0)	10 (8,0; 11,0)
VLT, баллы		32 (20,0; 46,0)	39 (28,0; 50,0)	59 (40,0; 76,0)	69 (48,0; 90,0)
домены	баланс, баллы	8 (2,0; 10,0)	9 (5,0; 10,0)	14 (7,0; 18,0)	16 (9,0; 20,0)
	1 палец, баллы	9 (2,0; 10,0)	12 (5,0; 16,0)	18 (11,0; 25,0)	20 (14,0; 28,0)
	2-5 пальцы, баллы	6 (2,0; 7,0)	8 (4,0; 10,0)	12 (6,0; 14,0)	14 (8,0; 16,0)
	манипуляции, баллы	9 (3,0; 11,0)	10 (5,0; 12,0)	15 (8,0; 18,0)	19 (12,0; 22,0)

Таким образом, во всех группах имеется зависимость функционального состояния до и после реабилитации в зависимости от полноты и уровня двигательного повреждения, при этом в первой группе отмечается наибольшее количество оставшихся без изменений функциональных доменов. Суммарная положительная динамика изменений в зависимости от уровня и полноты повреждения спинного мозга (КРГ) под влиянием экспериментальных методик реабилитации (2 и 3 группы) отличалась от контрольной группы.

Положительные изменения функционального состояния (Δ) в первой группе по шкале FIM_m в группе с полным двигательным повреждением составили 5 (3,0; 6,0) баллов, с неполным – 9 (4,0; 12,0) баллов, в группе с высоким уровнем повреждения – 5 (3,0; 6,0) баллов, с низким составили 8 (5,0; 9,0) баллов. При доменном анализе функциональных изменений более выраженные изменения наблюдаются в доменах «самообслуживание» (2-4 балла, $p < 0,05$), «трансфер» и «мобильность» (1-2 балла, $p > 0,05$) у пациентов с низким и неполным двигательным повреждением, в домене «тазовые функции» статистически значимых различий в зависимости от уровня и полноты повреждения выявлено не было (критерий Манн-Уитни, $p > 0,05$). Изменения по шкале VLT составили в группе с полным двигательным повреждением

5 (3,0; 7,0) баллов, с неполным – 7 (4,0; 9,0) баллов, с высоким повреждением – 5 (3,0; 7,0) баллов, с низким повреждением – 7 (4,0; 6,0) баллов. У пациентов с неполным и низким уровнем двигательного повреждения отмечалась несколько большая динамика положительных изменений в домене «2-5 пальцы» (1-2 балла, $p < 0,05$), по остальным доменам размер положительных изменений не достигал значимого приоритетного значения между группами. Обращает на себя внимание то, что размер улучшений по КРГ с полным и высоким, с неполным и низким уровнем повреждения был сопоставим (табл. 90).

Таблица 90 – Динамика изменений в результате реабилитации в 1-й группе в зависимости от неврологического статуса

Параметры		тип А-В	тип С-Д	ДУ С ₅ -С ₆	ДУ С ₇ -С ₈	критерий Манн- Уитни (p)
FIM _m , баллы		5 (3,0; 6,0)	9 (4,0; 12,0)	5 (3,0; 6,0)	8 (5,0; 9,0)	0,0/0,00
домены	самообслуживание, баллы	2 (2,0; 4,0)	4 (3,0; 6,0)	2 (2,0; 4,0)	4 (3,0; 5,0)	0,00/0,00
	тазовые функции, баллы	0 (0,0; 1,0)	1 (0,0; 1,0)	0 (0,0; 1,0)	1 (0,0; 1,0)	0,55/0,61
	трансфер, баллы	1 (1,0; 2,0)	2 (1,0; 2,0)	1 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 4,0)	0,02/0,00
	мобильность, баллы	1 (0,0; 1,0)	2 (1,0; 3,0)	1 (0,0; 2,0)	1 (1,0; 3,0)	0,01/0,13
VLT, баллы		5 (3,0; 7,0)	7 (4,0; 9,0)	5 (3,0; 7,0)	7 (4,0; 8,0)	0,00/0,00
домены	баланс, баллы	1 (1,0; 2,0)	1 (1,0; 3,0)	1 (1,0; 2,0)	1 (1,0; 3,0)	0,76/0,82
	1 палец, баллы	2 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 2,0)	2 (1,0; 3,0)	0,64/0,41
	2-5 пальцы, баллы	1 (0,0; 1,0)	2 (1,0; 4,0)	1 (0,0; 2,0)	2 (1,0; 4,0)	0,01/0,00
	манипуляции, баллы	1 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 3,0)	1 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 4,0)	0,12/0,15

Положительные изменения функционального состояния во второй группе по шкале FIM_m в группе с полным двигательным повреждением составили 7 (4,0; 8,0) баллов, с неполным – 12 (7,0; 14,0) баллов, в группе с высоким уровнем повреждения – 7 (4,0; 8,0) баллов, с низким составило 13 (6,0; 15,0) баллов. При доменном анализе обращает на себя внимание минимальная межгрупповая вариабельность в домене «трансфер» (медиана изменений составила 2-3 балла) ($p > 0,05$). Выявленные функциональные изменения в доменах «самообслуживание» (4-6 баллов), «тазовые функции» (0-1 баллов), «мобильность» (1-2 балла)

имели относительно больший размер у пациентов с неполным и низким двигательным повреждением (критерий Манн-Уитни, $p < 0,05$).

Изменения по шкале VLT составили в группе с полным двигательным повреждением 7 (4,0; 9,0) баллов, с неполным – 8 (4,0; 10,0) баллов, в группе с высоким повреждением – 6 (4,0; 7,0) баллов, в группе с низким повреждением – 9 (5,0; 12,0) баллов. При этом относительно бóльшие изменения в группах с полным и высоким повреждением были отмечены в домене «1 палец» (2-3 балла) ($p < 0,05$), в то же время в группах с неполным и низким повреждением более выраженные изменения были отмечены в домене «манипуляция» (1-3 балла) ($p < 0,05$); в доменах «баланс» (1-2 балла) и «2-5 пальцы» (1-2 балла) положительные изменения между группами были сопоставимыми, а межгрупповые различия были статистически незначимыми (табл. 91).

Таблица 91 – Динамика изменений в результате реабилитации во 2-й группе в зависимости от неврологического статуса

Параметры		тип А-В	тип С-Д	ДУ С ₅ -С ₆	ДУ С ₇ -С ₈	критерий Манн- Уитни (р)
FIM _m , баллы		7 (4,0; 8,0)	12 (7,0; 14,0)	7 (4,0; 8,0)	13 (6,0; 15,0)	0,00/0,00
домены	самообслуживание, баллы	4 (3,0; 6,0)	6 (3,0; 10,0)	4 (3,0; 6,0)	6 (4,0; 8,0)	0,00/0,00
	тазовые функции, баллы	0 (0,0; 1,0)	1 (1,0; 2,0)	0 (0,0; 1,0)	2 (1,0; 2,0)	0,02/0,00
	трансфер, баллы	2 (2,0; 4,0)	3 (2,0; 5,0)	2 (2,0; 4,0)	3 (2,0; 5,0)	0,34/0,46
	мобильность, баллы	1 (0,0; 1,0)	2 (1,0; 3,0)	1 (0,0; 2,0)	2 (2,0; 4,0)	0,00/0,00
VLT, баллы		7 (4,0; 9,0)	8 (4,0; 10,0)	6 (4,0; 7,0)	9 (5,0; 12,0)	0,03/0,00
домены	баланс, баллы	1 (1,0; 2,0)	2 (1,0; 3,0)	1 (1,0; 2,0)	2 (1,0; 3,0)	0,10/0,08
	1 палец, баллы	3 (2,0; 5,0)	1 (1,0; 3,0)	3 (2,0; 5,0)	2 (1,0; 4,0)	0,00/0,02
	2-5 пальцы, баллы	2 (1,0; 2,0)	2 (1,0; 3,0)	1 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 3,0)	0,63/0,27
	манипуляции, баллы	1 (1,0; 3,0)	3 (2,0; 4,0)	1 (1,0; 2,0)	3 (2,0; 6,0)	0,00/0,00

Улучшение функционального состояния в третьей группе по шкале FIM_m в группе с полным двигательным повреждением составило 8 (4,0; 10,0) баллов, с неполным – 14 (8,0; 16,0) баллов, в группе с высоким уровнем повреждения – 8 (4,0; 10,0) баллов, с низким составило 13 (7,0; 15,0) баллов. При этом относительно большие изменения в доменах «самообслуживание» (4-7 баллов), «тазовые функции» (0-2 баллов), «мобильность» (1-2 балла)

были обнаружены в группах с неполным и низким повреждением спинного мозга, домен «трансфер» имел стабильную межгрупповую вариацию, в среднем прибавка во всех группах составила 3 балла ($p>0,05$).

Изменения по шкале VLT в группе с полным двигательным повреждением составили 7 (5,0; 10,0) баллов, с неполным – 10 (4,0; 12,0) баллов, в группе с высоким повреждением – 7 (4,0; 9,0) баллов, с низким – 10 (7,0; 12,0) баллов. При этом аналогично с 2 группой домен «1 палец» имел большую прибавку у пациентов с полным и высоким повреждением (2-3 балла), домен «манипуляция» у пациентов с неполным и низким уровнем повреждения (1-3 балла) (критерий Манн-Уитни, $p<0,05$). Также было отмечено нарастание неоднородности изменений в доменах «баланс», «2-5 пальцы» в пользу пациентов с низким уровнем и неполным двигательным повреждением ($p>0,05$) (табл. 92).

Таблица 92 – Динамика изменений в результате реабилитации (суммарные данные) в зависимости от клинической группы и неврологического статуса, 3-я группа

Параметры		тип А-В	тип С-Д	ДУ С ₅ -С ₆	ДУ С ₇ -С ₈	критерий Манн-Уитни (p)
FIM _m , баллы		8 (4,0; 10,0)	14 (8,0; 16,0)	8 (4,0; 10,0)	13 (7,0; 15,0)	0,00/0,00
домены	самообслуживание, баллы	4 (3,0; 7,0)	7 (4,0; 10,0)	4 (3,0; 6,0)	7 (5,0; 9,0)	0,00/0,00
	тазовые функции, баллы	0 (0,0; 1,0)	2 (1,0; 2,0)	0 (0,0; 1,0)	1 (1,0; 2,0)	0,00/0,00
	трансфер, баллы	3 (2,0; 5,0)	3 (3,0; 5,0)	3 (2,0; 5,0)	3 (2,0; 5,0)	0,72/0,80
	мобильность, баллы	1 (0,0; 1,0)	2 (1,0; 4,0)	0 (0,0; 2,0)	2 (2,0; 4,0)	0,01/0,00
VLT, баллы		7 (5,0; 10,0)	10 (4,0; 12,0)	7 (4,0; 9,0)	10 (7,0; 12,0)	0,00/0,00
домены	баланс, баллы	1 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 4,0)	1 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 4,0)	0,28/0,30
	1 палец, баллы	3 (2,0; 5,0)	2 (1,0; 3,0)	3 (2,0; 5,0)	2 (1,0; 5,0)	0,01/0,04
	2-5 пальцы, баллы	2 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 4,0)	2 (1,0; 3,0)	2 (2,0; 4,0)	0,58/0,72
	манипуляции, баллы	1 (1,0; 3,0)	4 (2,0; 5,0)	1 (1,0; 2,0)	4 (3,0; 6,0)	0,00/0,00

Наличие однонаправленных изменений во второй и третьей группах по доменам «1 палец» (полное и высокое повреждение) и «манипуляции» (неполное и низкое повреждение) шкалы VLT, однотипность количественных изменений по шкале FIM_m, имеющим

количественные различия в пользу третьей группы, указывает на ригидность рассматриваемой клинической модели «тетраплегия» к приобретению улучшения функций верхней конечности и универсальность механизмов реабилитационного воздействия, в основе которого, вероятно, лежит улучшение ФТ за счет функции 1 пальца кисти. Обращает на себя внимание одинаково низкая динамика в доменах «баланс», «тазовые функции», «мобильность» во всех группах и высокая динамика в доменах «трансфер», «2-5 пальцы» которая, приобретая максимальные значения в третьей группе, потеря гетерогенности в зависимости от полноты и уровня повреждения. Полученные данные указывают на положительное влияние взаимного сочетания предложенных методик реабилитации. Итоговое графическое представление полученных нами результатов реабилитации по шкалам FIM_m и VLT выполнено с помощью 3М-диаграмм размаха «Летающие ящики» (Me (25%; 75%)) (рис. 56, 57).

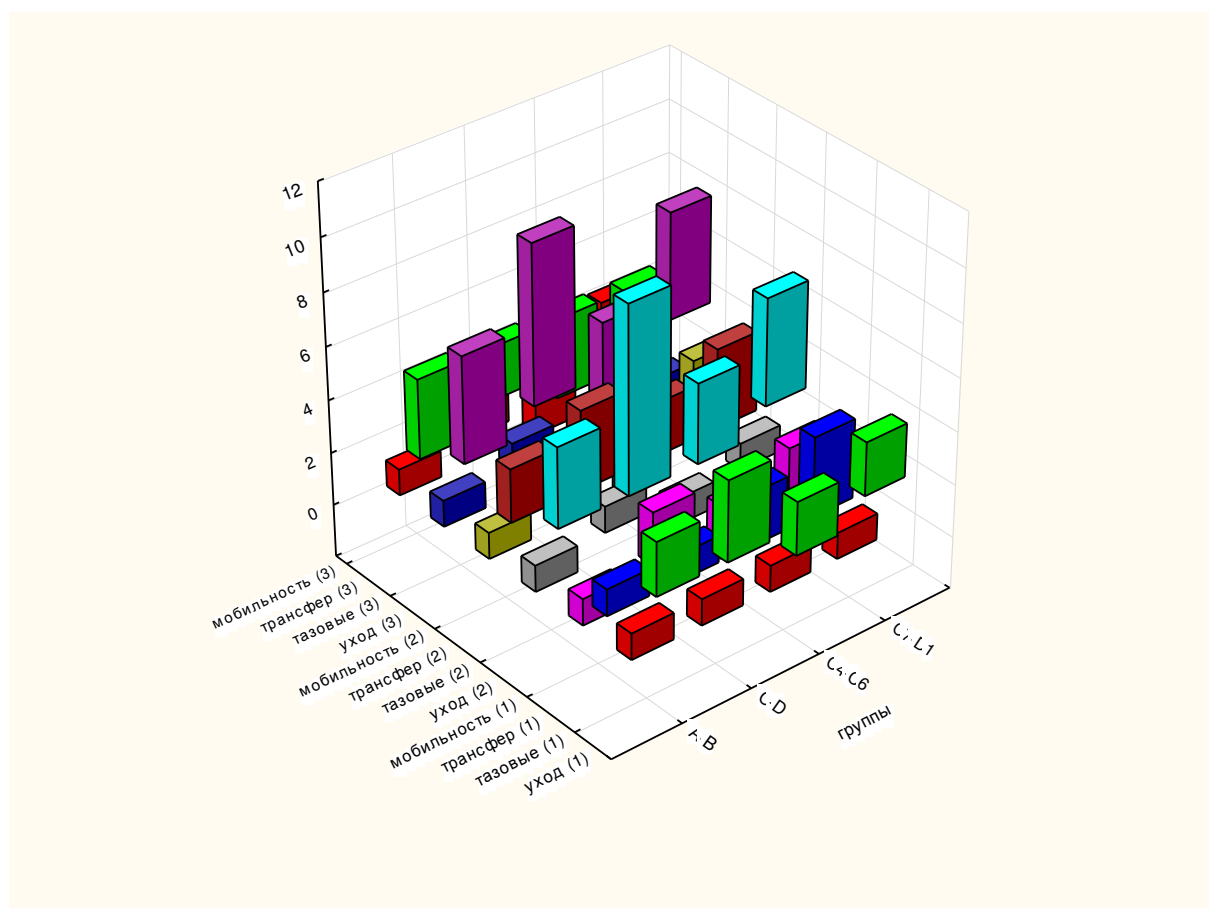


Рисунок 56 – Динамика изменений по шкале FIM_m в КРГ за экспериментальный реабилитационный курс для нескольких переменных групп Me (25%; 75%)

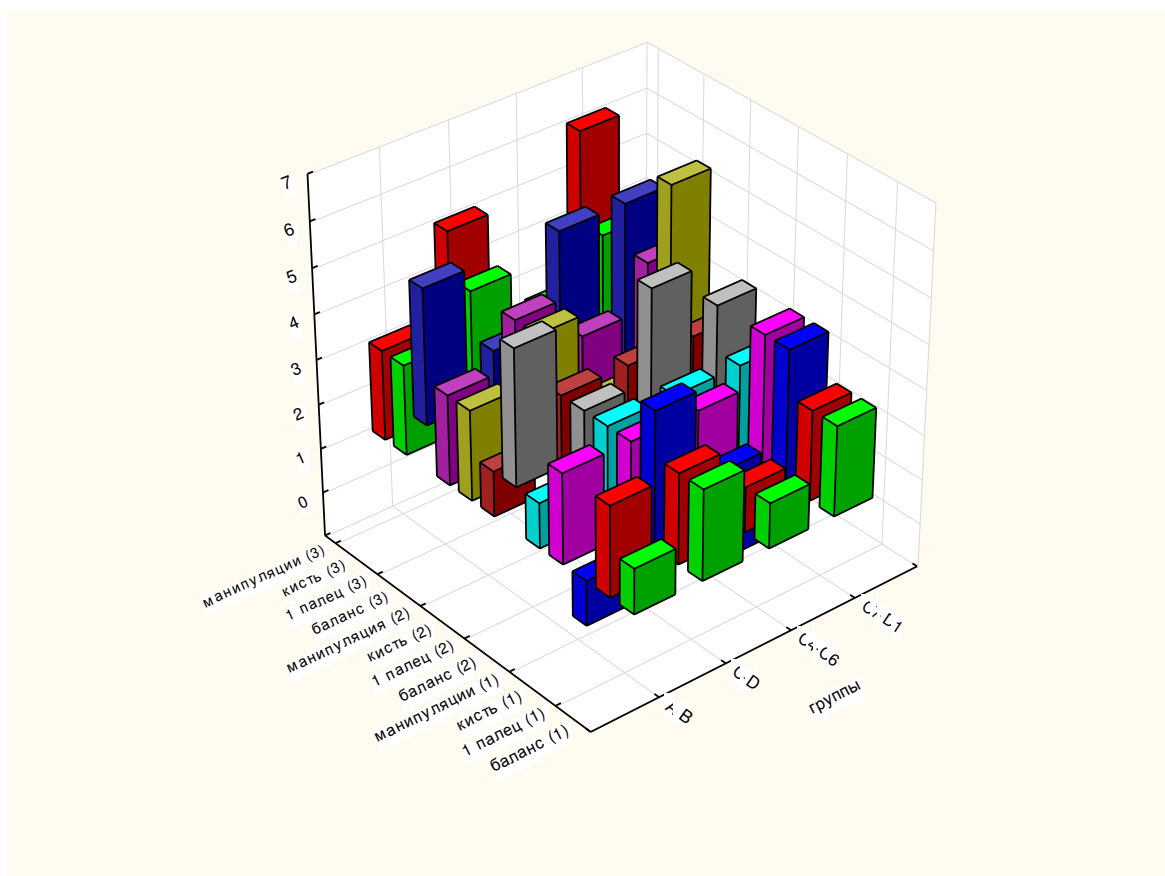


Рисунок 57 – Динамика изменений по шкале VLT в КРГ за экспериментальный реабилитационный курс для нескольких переменных групп Me (25%; 75%)

Особенностью проведения реабилитации в третьей группе было применение пациент- и задач-ориентированного реабилитационного подхода. Для этого выполнялась оценка различных аспектов субъективного качества жизни с помощью шкалы COPM, всего было выявлено 142 проблемы (в среднем 3,5 проблемы на пациента), распространение которых по доменам было следующим: 74 (52%) – самообслуживание; 35 (25%) – продуктивность, 33 (23%) – досуг. Основными проблемами в домене самообслуживания являлись: мобильность, одевание, прием пищи, личная гигиена. Субъективная оценка способности «выполнения» проблемы составила $13,2 \pm 5,4$ балла; оценка «удовлетворенности» выполнением составила $14,7 \pm 5,3$ балла (табл. 93). Следует отметить, что применение опросника COPM позволяло повысить осознанность и внутреннее самоопределение пациентов, при этом некоторые из предложенных пациентами проблем были нереалистичными, а другие было тяжело ранжировать с учетом их зависимости от уровня настроения пациента.

Таблица 93 – Субъективная и объективная оценки проблем повседневной жизнедеятельности до начала реабилитации

Параметры COPM		Значения
Количество проблем (абс./отн.)		142/3,5
Количество проблем	Самообслуживание	74 (52%)
	Продуктивность	35 (25%)
	Досуг	33 (23%)
Выполнение (баллы)		13,2±5,4
Удовлетворенность (баллы)		14,7±5,3

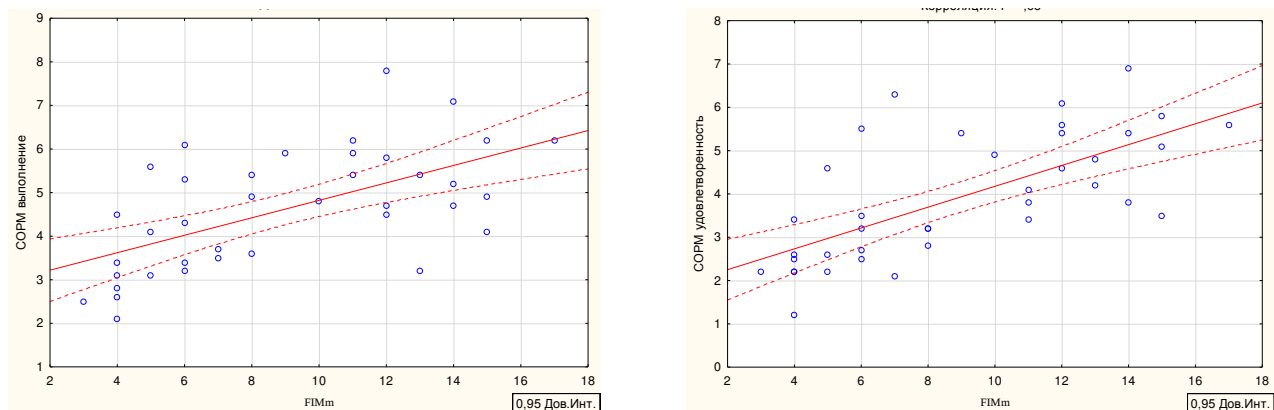
За реабилитационный курс положительные изменения (Δ) для шкалы FIM_m составили 9±2,5 баллов, шкалы VLT – 8±1,7 баллов, шкалы «выполнение» COPM – 4,7±1,27 балла, шкалы «удовлетворенность» COPM 3,8±1,63 балла, шкалы «качество жизни» (WHOQOL-BREF) – 8±2,3 баллов. Наибольшая чувствительность к изменениям (ES) отмечалась при использовании шкалы GAS (ES=4,2), домен «выполнение» опросника COPM (ES=0,87) (ES≥0,80 – большой эффект); промежуточное значение заняли домен «удовлетворенность» опросника COPM (ES=0,77) и шкала «качество жизни» (ES=0,61) (ES=0,50-0,79 – умеренный эффект), наименьшая – у шкал VLT (0,48), FIM_m (0,56) (ES=0,20–0,49 – малый эффект). Это указывает на большую чувствительность субъективных шкал оценивания (GAS, COPM) и относительно меньшую чувствительность объективных шкал (FIM_m, VLT) (табл. 94).

Таблица 94 – Чувствительность изменения показателей в 3-й группе по результатам курса реабилитации

Параметры	До реабилитации	После реабилитации	Изменения (Δ)	Effect size (d-Кохена)	(p) критерий Стьюдента
WHOQOL-BREF, баллы	54±13,1	62±13,2	8±2,3	0,61	0,00
Выполнение COPM (баллы)	13,2±5,4	17,9±5,3	4,7±1,27	0,87	0,00
Удовлетворенность COPM (баллы)	14,7±5,3	18,5±4,6	3,8±1,63	0,77	0,00
GAS, баллы	-1,0	1,3±0,55	2,3±0,55	4,2	0,00*
FIM _m , баллы	40±13,4	49±18,4	9±2,5	0,56	0,00
VLT, баллы	41±16,8	49±16,2	8±1,7	0,48	0,00

Примечание: *п – Одномерный критерий Стьюдента.

Корреляционный анализ (квадратичная матрица), выполненный между величиной изменений по шкале FIM_m и доменами COPM «выполнение» ($r=0,55$, $p<0,05$), COPM «удовлетворение» ($r=0,63$, $p<0,05$) показал их сопоставимую чувствительность (рис. 57). Возраст пациентов и давность СМТ не имели статистического значения при оценке попарной корреляции с изменениями в доменах опросника COPM, качества жизни, выраженности тревоги и депрессии, а давность СМТ имела слабую статистически значимую отрицательную корреляцию с приростом по обоим функциональным шкалам: FIM_m ($r=-0,38$); VLT ($r=-0,17$).



ΔFIM_m и $\Delta COPM$ «выполнение»*

ΔFIM_m и $\Delta COPM$ «удовлетворенность»*

Рисунок 58 – Корреляция изменений объективных и субъективных двигательных изменений ($Mn \pm 0,95\% CI$) (* Δ – изменение показателя)

При выполнении корреляционного анализа между параметрами COPM и WHOQOL-BREF достоверная корреляция была обнаружена только между «доменом 4» и опросником COPM: шкала «выполнение» – 0,69, шкала «удовлетворение» – 0,52 соответственно, возраст и время СМТ не имели статистического значения при оценке попарной корреляции с доменами COPM и WHOQOL-BREF (рис. 58). Это подчеркивает необходимость при оценке качества жизни одновременно использовать как объективные, так и субъективные инструменты измерения.

4.3. Оценка эффективности методик реабилитации по коррекции состояния ВНС

Вегетологическому обследованию было подвергнуто 120 человек, из них 40 пациентов – контрольная группа (первая группа) и 80 пациентов – из четвертой и пятой экспериментальных групп. Суммарные результаты обследования были следующие: 1) вариабельность ритма сердца (BPC) в покое на коротких участках: $TP=2265 \pm 1214$ мс²; $LF=40 \pm 15,4$ ед.; $LF_n/HF_n=0,7 \pm 0,37$; $VLF\%=30 \pm 18,4$; частота дыхательных движений $13 \pm 3,3$ /мин; ЧСС в покое $58 \pm 8,1$ уд/мин; 2) инспираторно-экспираторный коэффициент ($RR_{\max}/RR_{\min}$) в пробе с ГУД, который составил $1,19 \pm 0,113$; 3) систолическое АД (САД) в покое составило $92 \pm 14,5$ мм рт. ст.; САД в

ортостатической пробе $75 \pm 21,9$ мм рт. ст., степень его снижения в ортостатической пробе (САД в ПОП) – $17 \pm 6,4$ мм рт. ст.; 4) результаты ВРС в пассивной ортостатической пробе следующие: $TP\ 3465 \pm 1711,9$ мс², $VLF\%$ $70 \pm 17,5$, HF_n/LF_n $2,1 \pm 1,43$ ед., ЧСС в тилт-тесте $77 \pm 12,8$ уд./мин (табл. 95).

Таблица 95 – Комплексное вегетологическое обследование ВРС (n=120)

Пробы	Показатели	Значение
ВРС в покое (5 минут)	TP (мс ²)	$2\ 685 \pm 716,4$
	LF	$41 \pm 15,4$
	LF_n/HF_n (ед.)	$0,7 \pm 0,17$
	VLF (%)	$30 \pm 11,4$
	ЧСС уд. /мин	$58 \pm 8,2$
Проба с ГУД (1 минута)	$RR_{\max}/RR_{\min}$	$1,19 \pm 0,12$
ПОП (падение САД на 3-й минуте)	САД в покое, мм рт. ст.	$92 \pm 14,2$
	САД в орто, мм рт. ст.	$75 \pm 20,6$
	Падение САД, мм рт. ст.	$17 \pm 5,2$
	Шкала PPS, баллы	2 (1,0; 3,0)
ВРС орто (6 минут)	TP (мс ²)	$3\ 465 \pm 1\ 711,9$
	HF_n/LF_n , (ед.)	$2,1 \pm 0,73$
	VLF (%)	$70 \pm 17,5$
	ЧСС уд./ мин	$67 \pm 12,6$

Для уменьшения числа анализируемых переменных и выявления наиболее информативных параметров, характеризующих состояние ВНС, с помощью ВРС и кардиологических проб был выполнен факторный анализ изучаемых параметров с помощью метода главных компонент (общее число переменных составило 14). В результате анализа было выделено четыре группы факторов (метод вращения – веримакс), определитель корреляционной матрицы был равен 19,2. Первая группа факторов объясняла 22% (собственные значения 3,2), вторая группа – 20% (собственные значения 2,8), третья группа – 14% (собственные значения 1,9), четвертая группа – 9% общей дисперсии (собственные значения 1,2). Фактор «1» содержал следующие переменные с высоко значимыми нагрузками ($>0,70$): параметры ВРС в покое LF_n (фактор нагрузки равен 0,86) и LF_n/HF_n (фактор нагрузки равен 0,91), ЧСС в покое (фактор нагрузки равен 0,81). Фактор «2» содержал значимые нагрузки для переменных: уровень САД в пассивной ортостатической пробе (ПОП) (фактор нагрузки равен 0,86), падение САД в ПОП (фактор нагрузки равен 0,79), доля $VLF\%$ в ПОП

(фактор нагрузки равен $-0,71$). Фактор «3» содержал один значимый фактор – мощность спектра ВРС в покое (TR_a) (фактор нагрузки равен $0,71$). Фактор «4» также содержал переменную САД в покое (фактор нагрузки равен $0,92$) (рис. 59).

Таким образом, нормализованный симпато-вагальный индекс (LF_n/HF_n) в покое, снижение (Δ) САД в ПОП были выделены как основные показатели и эквивалентны активности симпатического отдела ВНС. Активность парасимпатического отдела ВНС, известным коррелятом которой является выраженность синусовой аритмии, нами изучалась в пробе с ГУД и была представлена в виде экспираторно-инспираторного коэффициента (RR_{max}/RR_{min}).

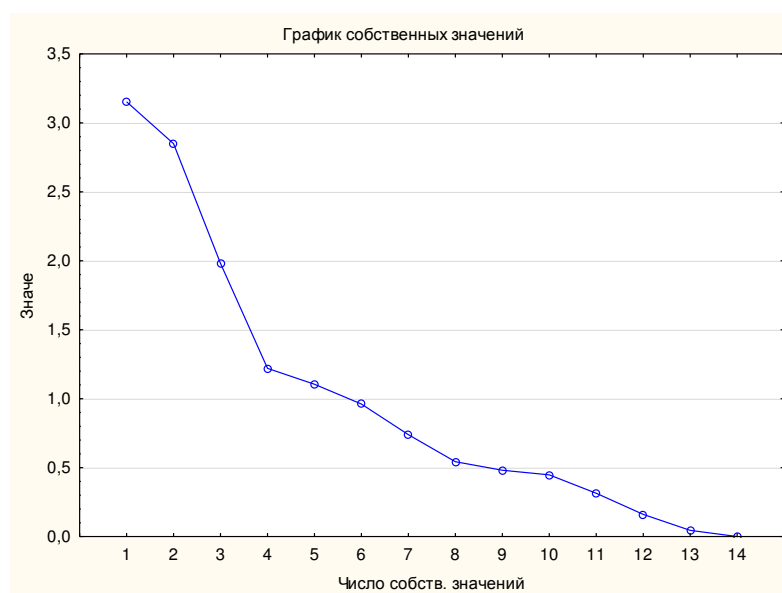


Рисунок 59 – Факторный анализ, график каменной осыпи

При анализе СМАД были получены низкие значения уровня АД: суточное САД $105 \pm 7,7$ мм рт. ст., суточное ДАД $63 \pm 6,1$ мм рт. ст., ЧСС суточное $62 \pm 6,9$ уд./мин, недостаточное ночное снижение САД $5 \pm 1,4$ мм рт. ст., суточная вариабельность САД составила $11 \pm 3,2$ мм рт. ст. Субъективная выраженность ОГ по шкале ADFSCI составила 18 (12,0; 40,0) баллов, субъективная выраженность ВД по шкале ADFSCI – 22 (4,0; 40,0) балла, общий балл по шкале вегетативной дисфункции ADFSCI составил $39 \pm 12,4$ баллов. Частота эпизодов ОГ за сутки составила 4 (2,0; 7,0), эпизодов ВД – 5 (0,0; 14,0) (табл. 96).

До начала реабилитации эпизоды ОГ были выявлены с помощью ПОП (одномоментный тилт-тест) у 15 (38%) пациентов первой группы, у 13 (33%) пациентов четвертой группы, у 14 (35%) пациентов пятой группы, в среднем – у 35% пациентов. При этом по СМАД эпизоды ВД были выявлены у 28 (70%) пациентов первой группы, 29 (72%) пациентов четвертой группы, 29 (72%) пациентов пятой группы, в среднем – у 72% пациентов; в то же время эпизоды ОГ были выявлены у 34 (85%) пациентов первой группы, 32 (80%) пациентов четвертой группы, 35 (87%) пациентов пятой группы, в среднем – у 84%

пациентов; причем у 58 (48%) пациентов имелось сочетание эпизодов ОГ и ВД, что подчеркивает скрытый характер течения ОГ и ВД.

Таблица 96 – Комплексное вегетологическое обследование с помощью СМАД (n=120)

Методики	Показатели	Значения
Опросник ADFSCI	Раздел ОГ, баллы	18 (12,0; 40,0)
	Раздел ВД, баллы	20 (4,0; 40,0)
СМАД	АД суточное (мм рт. ст.)	105±7,7/63±6,1
	АД дневное (мм рт. ст.)	107±8,6/65±6,7
	АД ночное (мм рт. ст.)	102±6,7/59±5,7
	ЧСС суточное, уд./мин	62±6,9
	СВ САД, мм рт. ст.	11±3,2
	Ночное снижение САД (мм рт. ст.)	5±1,4

Состояние пациентов до начала реабилитации характеризовалось отсутствием межгрупповых различий (Н-критерий; F-критерий, $p>0,05$), субъективные проявления вегетативной дисфункции были умеренно выраженными, показатели ВРС характеризовались низкими значениями нормализованного симпато-вагального (LF_n/HF_n) и кардио-респираторного индекса (RR_{max}/RR_{min}) (табл. 97).

Таблица 97 – Состояние ВНС в покое и в вегетативных пробах до реабилитации

Параметры	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	(p) Н/Ф-критерий
Раздел ВД (ADFSCI), баллы	19 (0,0; 40,0)	21 (0,0; 42,0)	21 (0,0; 38,0)	0,25
Раздел ОГ (ADFSCI), баллы	19 (13,0; 43,0)	18 (12,0; 41,0)	18 (12,0; 40,0)	0,46
LF_n/HF_n (ВРС покой), ед.	0,7±0,19	0,7±0,12	0,7±0,17	0,80
Δ САД в ПОП, мм рт. ст.	18±3,7	17±3,5	17±3,1	0,45
PPS в ПОП, баллы	2 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 3,0)	2 (1,0; 3,0)	0,77
RR_{max}/RR_{min} , ед.	1,19±0,13	1,18±0,11	1,19±0,12	0,66

В среднем за сутки наблюдалось 3-4 эпизода ОГ, 5 эпизодов ВД. Результаты СМАД-исследования показали отсутствие межгрупповых различий по всем параметрам, за исключением дневного ЧСС ($ЧСС_{день}$) в пятой группе относительно первой группы (65±8,1 уд./мин против 67±8,2 уд./мин). Обращает на себя внимание умеренное повышение суточной вариабельности САД до 10–11 мм рт. ст. и сохранение ночного снижения САД на 4 мм рт. ст. (табл. 98). Следует отметить, что СМАД позволяет верифицировать латентное течение как ОГ, так и ВД, а также маскирующее влияние ВД на ОГ (рис. 60, 61).

Таблица 98 – Результаты СМАД обследования до реабилитации

Параметры	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	(p) Н/Е-критерий
эпизоды ВД /сутки	5 (0,0; 10,0)	5 (0,0; 12,0)	5 (0,0; 8,0)	0,85
эпизоды ОГ /день	4 (2,0; 6,0)	3 (2,0; 7,0)	4 (3,0; 6,0)	0,48
САД суточное мм рт. ст.	104±7,1	105±7,7	104±7,5	0,69
ДАД суточное мм рт. ст.	63±6,2	63±5,9	62±5,7	0,78
САД день мм рт. ст.	106±8,3	107±8,2	106±8,4	0,69
ДАД день мм рт. ст.	65±6,6	66±6,3	65±6,7	0,54
САД ночь мм рт. ст.	102±6,2	103±6,4	102±6,8	0,65
ДАД ночь мм рт. ст.	60±5,4	59±5,7	59±5,5	0,72
ЧСС сутки уд./мин.	61±7,1	62±6,6	60±6,8	0,24
ЧСС день уд./мин.	67±8,2	66±8,6	65±8,1	0,02
ЧСС ночь уд./мин.	59±5,2	59±4,6	58±4,8	0,72
Суточная вариабельность САД, мм рт. ст.	10 (8,0; 14,0)	11 (7,0; 14,0)	11 (8,0; 15,0)	0,65
Ночное снижение САД, мм рт. ст.	4±0,6	4±0,6	4±0,8	0,85



Рисунок 60 – СМАД пациента с ОГ ДУ С₆ тип А, давность СМТ составляет 4 месяца (артериальная гипотония, скрытая ОГ, ночное АД выше дневного, эпизод ВД ночью до 150/75 мм рт. ст., среднее дневное САД составило 89 мм рт. ст., среднее ночное САД составило 114 мм рт. ст.)



Рисунок 61 – СМАД пациента с ВД ДУ С₇, тип С, давность СМТ – более 12 месяцев (среднее дневное САД – 132 мм рт. ст., среднее ночное АД – 108 мм рт. ст.; суточная вариабельность САД – 18 мм рт. ст. норма <15; максимальное САД – 174 мм рт. ст., минимальное САД – 97 мм рт. ст.)

При сравнении групп между собой по психоэмоциональному состоянию, функциональным возможностям, качеству жизни были обнаружены легкие тревожные и депрессивные нарушения, умеренные функциональные нарушения без выделения ведущей группы по нарушениям (F-критерий, дисперсионный однофакторный анализ) (табл. 99).

Таблица 99 – Функциональное и психоэмоциональное состояние до начала реабилитации

Параметры (баллы)	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	(p) F-критерий
FIM _m	40±15,0	41±15,9	41±16,1	0,69
Тревога Р	40±5,4	41±5,1	39±5,9	0,21
Тревога Л	45±4,7	44±5,2	45±6,2	0,67
Депрессия	11,2±2,8	11,4±3,5	11,6±3,3	0,74
Качество жизни	54±14,1	52±13,5	53±14,3	0,26

Таким образом, при сравнении между собой контрольной (группа 1) и обеих экспериментальных групп (4 и 5 группы) перед началом реабилитации статистически значимых различий по функциональным возможностям, вегетологическим параметрам, встречаемости ОГ, ВД различий между группами выявлено не было.

По окончании реабилитации уровень субъективных проявлений ВД (опросник ADFSCI) в целом оставался на прежнем уровне во всех группах – на уровне 20-21 балла с некоторой тенденцией к увеличению, что могло быть обусловлено активными реабилитационными мероприятиями. В четвертой и пятой группах было отмечено смягчение протекания ОГ в виде уменьшения уровня ее субъективных проявлений ОГ (опросник ADFSCI) до 12-13 баллов (в контрольной группе – 17 баллов), уменьшение падения САД в ПОП до 12-13 мм рт. ст. (в контрольной группе 16 мм рт. ст.), при том, что число эпизодов ОГ существенно не изменялось (табл. 100, 101). Было отмечено увеличение роста экспираторно-инспираторного индекса до 1,23-1,26 ед. (в контрольной группе – 1,21 ед., $p=0,00$) и статистически незначимое увеличение симпато-вагального индекса до 0,9 ед. (0,8 ед. в контрольной группе, $p=0,08$), что, вероятно, было обусловлено увеличением парасимпатической активности (индексы RR_{max}/RR_{min} , LF_n/HF_n) (табл. 100). Изменения показателей между четвертой и пятой группами были менее выражены, чем при их сравнении с контрольной группой, что указывало на то, что воздействие брюшного бандажа – это основной физиологический механизм улучшения, а воздействие НИЛИ – это дополнительный «минорный» механизм.

Таблица 100 – Состояние вегетативной нервной системы после реабилитации*

Параметры	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	Н/Фкритерий (р)	критерий Тьюки
раздел ВД (ADFSCI), баллы	20 (6,0; 38,0)	21 (4,0; 44,0)	20 (4,0; 42,0)	H=8,6/ 0,20	
раздел ОГ (ADFSCI), баллы	17 (12,0; 40,0)	13 (10,0; 36,0)	12 (8,0; 32,0)	H=25,5/ 0,00	$p_1-p_3=0,00$ $p_2-p_3=0,00$
LF_n/HF_n ВРС покой, ед.	$0,8 \pm 0,17$	$0,9 \pm 0,19$	$0,9 \pm 0,18$	F=3,1/ 0,18	$p_1-p_2=0,16$ $p_1-p_3=0,12$
Δ САД в ПОП, мм рт. ст.	$16,0 \pm 3,5$	$13 \pm 3,3$	$12 \pm 3,2$	F=52,6/ 0,00	$p_1-p_2=0,00$ $p_1-p_3=0,00$
PPS в ПОП, баллы	1 (1,0; 3,0)	1 (1,0; 3,0)	1 (1,0; 3,0)	H=6,4/ 0,35	
RR_{max}/RR_{min} , ед.	$1,21 \pm 0,11$	$1,23 \pm 0,13$	$1,26 \pm 0,15$	F=24/ 0,00	$p_1-p_2=0,00$ $p_1-p_3=0,00$ $p_2-p_3=0,00$

Примечание: *Критерий Левена показал хорошую внутригрупповую гомоскедастичность для следующих показателей: нормализованного симпатовагального индекса LF_n/HF_n ($MS=7,9$; $F=1,8$) $p=0,11$; уровня снижения (Δ) САД в ортопробе ($MS=2,6$; $F=1,0$), $p=0,31$; экспираторно-инспираторного индекса RR_{max}/RR_{min} ($MS=12,0$; $F=1,4$), $p=0,24$

Изменения показателей СМАД по окончании реабилитации были обнаружены между всеми группами, за исключением среднего ночного САД, которое было равным между пациентами первой и четвертой групп по $101 \pm 6,6$ и $101 \pm 6,8$ мм рт. ст. соответственно (табл. 101).

Таблица 101 – Результаты СМАД-обследования после реабилитации

Параметры	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	Н/Е-критерий (р)*	критерий Тьюки
эпизоды ВД/сутки	5 (0,0; 12,0)	6 (0,0; 14,0)	5 (0,0; 10,0)	H=3,2 0,61	
эпизоды ОГ/день	4 (2,0; 7,0)	3 (3,0; 6,0)	4 (3,0; 8,0)	H=2,8 0,74	
САД суточное мм рт. ст.	$106 \pm 7,6$	$109 \pm 8,2$	$109 \pm 8,6$	F=21,2 0,00	$p_1-p_2=0,00$; $p_1-p_3=0,00$
ДАД суточное мм рт. ст.	$63 \pm 7,4$	$64 \pm 6,6$	$64 \pm 6,2$	F=3,6 0,62	
САД день мм рт. ст.	$108 \pm 8,4$	$111 \pm 8,8$	$111 \pm 9,1$	F=12,8 0,01	$p_1-p_2=0,00$; $p_1-p_3=0,00$
ДАД день мм рт. ст.	$64 \pm 7,8$	$67 \pm 6,9$	$66 \pm 6,4$	F=8,2 0,03	$p_1-p_2=0,00$;
САД ночь мм рт. ст.	$101 \pm 6,6$	$101 \pm 6,8$	$100 \pm 7,6$	F=3,2 0,67	
ДАД ночь мм рт. ст.	$60 \pm 6,1$	$59 \pm 6,2$	$61 \pm 5,9$	F=6,7 0,39	
ЧСС сутки уд./мин	$63 \pm 8,4$	$64 \pm 7,9$	$64 \pm 7,4$	F=4,2 0,69	
ЧСС день уд./мин	$67 \pm 8,8$	$68 \pm 8,2$	$69 \pm 7,4$	F=8,3 0,15	
ЧСС ночь уд./мин	$58 \pm 7,5$	$57 \pm 6,6$	$54 \pm 6,7$	F=22,1 0,00	$p_2-p_3=0,00$; $p_1-p_3=0,00$

Продолжение таблицы 101

Параметры	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	Н/Е-критерий (р)*	критерий Тьюки
Суточная вариабельность САД, мм рт. ст.	10 (8,0; 14,0)	10 (9,0; 12,0)	11 (9,0; 13,0)	F=2,7 0,74	
Ночное снижение САД, мм рт. ст.	7±1,8	9±2,1	11±2,4	F=33,1 0,00	p ₁ -p ₂ =0,00; p ₁ -p ₃ =0,00

Примечание: *Практически для всех показателей СМАД тест Левена показал высокую внутригрупповую однородность дисперсии (MS=7–33, F=0,8–1,6, p=0,10–0,58)

В четвертой и пятой группах было отмечено значимое увеличение суточного САД (109 против 106 мм рт. ст.), дневного САД (111±8,8 и 111±9,1 против 108±8,4 мм рт. ст.), дневного ДАД (67±6,9, 66±6,4 против 64±7,8 мм рт. ст.), в пятой группе отмечается увеличение ЧСС дневного (69±7,4 против 67±8,8 мм рт. ст.) и снижение ЧСС ночного (54±6,7 против 58±7,5 уд./мин), более выраженное снижение САД в ночные часы (11±2,4 против 7±1,8 мм рт. ст.). (см. табл. 105). Это указывает на эффективность предложенных экспериментальных методик на суточный профиль АД, а также положительную суммацию физиологических эффектов при сочетании ношения абдоминального бандажа и курса применения НИЛИ. Уменьшение среднего суточного САД возможно как за счет уменьшения дневных эпизодов ОГ, так и за счет роста суточного числа эпизодов ВД. Однако в нашем случае представленность (число эпизодов) и проявления ВД (субъективная шкала ADFSCI) имели стабильный характер, предпосылками к чему были неизменные условия реализации программы дефекации и способа отведения мочи, что нашло подтверждение в сопоставимой суточной вариабельности САД между группами (10-11 мм рт. ст.).

При оценке психоэмоционального и функционального состояния по окончании реабилитации при межгрупповом сравнении показало появление существенных межгрупповых различий только по показателю качества жизни между первой (контрольной) и пятой группой (57±14,9 и 59±15,1 баллов, p=0,01) и реактивной тревожности между четвертой и пятой группами (37±6,1 и 35±4,9 баллов) (0,02), уровень депрессии не достигал статистически значимых различий между первой и пятой группами (8,9±2,3 и 8,3±2,1 балла) (p=0,16). Существенных различий по функциональному статусу (p=0,62) между группами выявлено не было (табл. 102).

Таблица 102 – Функциональное и психоэмоциональное состояние после реабилитации

Параметры (баллы)	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	F-критерий/ (p)
FIM _m	46±15,8	47±16,4	47±16,6	0,1/0,62
Тревога Р	36±5,9	37±6,1	35±4,9	2,3/0,02
Тревога Л	43±6,6	42±6,2	43±8,9	0,4/0,36
Депрессия	8,9±2,3	8,5±2,5	8,3±2,1	1,1/0,16
Качество жизни	57±14,6	58±12,6	59±15,1	2,7/0,01

В результате применения экспериментальных реабилитационных методик отмечалась положительная динамика. При оценке динамики изменений ВРС и результатов функциональных тестов все показатели оказались выше в экспериментальных (четвертой, пятой) группах: уменьшение падения в САД в одномоментном тилт-тесте составило 4 (3,5; 4,8) мм рт. ст. и 5 (4,2; 6,2) мм рт. ст., прирост экспираторно-инспираторного индекса оказался 0,05 (0,044; 0,060) и 0,07 (0,060; 0,082) ед., прирост нормализованного симпатовагального индекса составил 0,2 (0,17; 0,25) и 0,2 (0,16; 0,28) ед., в контрольной (первой) группе уменьшение падения САД в ПОП составило 2 (1,6; 2,6) мм рт. ст., прирост экспираторно-инспираторного индекса – 0,02 (0,017; 0,025) ед., прирост симпатовагального индекса составил 0,1 (0,07; 1,15) ед. Субъективная переносимость ПОП (PPS) в четвертой и пятой группах также претерпела статистически значимые изменения – 1 (0,0; 1,0) в четвертой и пятой группах против 0,5 (0,0; 1,0) баллов. Выраженность симптомов вегетативной дисфункции (раздел ВД опросника ADFSCI) не претерпела статистически значимых изменений, однако в разделе ОГ опросника ADFSCI была обнаружена положительная динамика в виде уменьшения симптомов ОГ на 5 (2,0; 6,0) и на 6 (3,0; 8,0) баллов в экспериментальных группах и на 2 (1,0; 3,0) балла в контрольной группе ($p < 0,05$). В связи с высокой внутригрупповой вариабельностью дисперсии (тест Левена, $p = 0,01$) множественное сравнение данных выполнялось с помощью рангового критерия Краскел-Уоллиса (табл. 103).

Таблица 103 – Динамика показателей ВНС в результате реабилитации

Параметры	Группа 1 (контроль)	Группа 4 (АБ)	Группа 5 (АБ + НИЛИ)	H-критерий (p)
Δ ВД (ADFSCI), баллы	0 (0,0; 2,0)	0 (0,0; 2,0)	0,5 (0,0; 2,0)	2,1/0,31
Δ ОГ (ADFSCI), баллы	-2 (-1,0; 3,0)	-5 (-2,0; -6,0)	-6 (-3,0; -8,0)	47,3/0,00

Продолжение таблицы 103

Параметры	Группа 1 (контроль)	Группа 4 (АБ)	Группа 5 (АБ + НИЛИ)	Н-критерий (p)
$\Delta LF_n/HF_n$ ВРС в покое, ед.	0,1 (0,07; 1,15)	0,2 (0,17; 0,25)	0,2 (0,16; 0,28)	25,4/0,00
Δ САД в ПОП, мм рт. ст.	2 (1,6; 2,6)	4 (3,5; 4,8)	5 (4,2; 6,2)	44/0,00
Δ PPS в ПОП, баллы	-0,5 (0,0; -1,0)	-1 (0,0; -1,0)	-1 (0,0; -1,0)	12,5/0,02
$\Delta RR_{\max}/RR_{\min}$, ед.	0,02 (0,017; 0,025)	0,05 (0,044; 0,060)	0,07 (0,060; 0,082)	47,8/0,00

При анализе динамики результатов СМАД различия по количеству дневных эпизодов ОГ, суточных эпизодов ВД между группами не имели статистически значимых различий, хотя была выявлена тенденция к небольшому увеличению эпизодов ВД во всех группах. В четвертой и пятой группах был отмечен рост суточного и дневного САД на 3-4 мм рт. ст. ($3 \pm 0,5$ и $4 \pm 1,0$ мм рт. ст. соответственно) и снижения ночного САД на 2 мм рт. ст. ($2 \pm 0,3$ и $2 \pm 0,4$ мм рт. ст. соответственно), рост суточного ЧСС на $2 \pm 0,4$ и $4 \pm 0,9$ уд./мин (ЧСС контрольной группы $1 \pm 0,2$ уд./мин), рост дневного ЧСС на $2 \pm 0,3$ и $4 \pm 0,7$ уд./мин (0 уд./мин в контрольной группе), снижение ночного ЧСС на $2 \pm 0,7$ и $4 \pm 1,2$ уд./мин (в контрольной – на $1 \pm 0,2$ уд./мин), увеличение ночного снижения САД на $5 \pm 1,1$ и $7 \pm 1,6$ мм рт. ст. (в контрольной на $3 \pm 0,3$ мм рт. ст.), суточная вариабельность САД претерпевала минимальные изменения (табл. 104).

Таблица 104 – Динамика изменений СМАД в результате реабилитации*

Параметры	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	Ф/Н-критерий (p)
Δ эпизоды ВД / сутки**	0 (0,0; 1,0)	1 (0,0; 1,0)	0 (0,0; 1,0)	3,2/0,32
Δ эпизоды ОГ / день	0 (0,0; -1,0)	0 (0,0; -1,0)	0 (0,0; -2,0)	1,4/0,58
Δ САД суточное мм рт. ст.	$2 \pm 0,3$	$4 \pm 0,6$	$5 \pm 0,8$	9,1/0,00
Δ ДАД суточное мм рт. ст.	0	$1 \pm 0,2$	$2 \pm 0,6$	7,5/0,00
Δ САД день мм рт. ст.	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	$4 \pm 1,0$	23,2/0,00
Δ ДАД день мм рт. ст.	$1 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$-1 \pm 0,2$	15,6/0,00

Продолжение таблицы 104

Параметры	1 группа (контроль)	4 группа (АБ)	5 группа (АБ+НИЛИ)	Ф/Н-критерий (p)
Δ САД ночь мм рт. ст.	0	$-2 \pm 0,3$	$-2 \pm 0,4$	12/0,00
Δ ДАД ночь мм рт. ст.	0	0	$2 \pm 0,5$	10,8/0,00
Δ ЧСС сутки уд./мин	$2 \pm 0,2$	$3 \pm 0,4$	$4 \pm 0,9$	12,1/0,00
Δ ЧСС день уд./мин	0	$2 \pm 0,3$	$4 \pm 0,7$	17,3/0,00
Δ ЧСС ночь уд./мин	$-1 \pm 0,2$	$-2 \pm 0,7$	$-4 \pm 1,1$	12,9/0,00
Δ Суточная вариабельность САД, мм рт. ст.	0 (0,0; 1,0)	-1 (0,0; -2,0)	0 (0,0; -2,0)	2,8/0,22
Δ Ночное снижение САД, мм рт. ст.	$3 \pm 0,3$	$5 \pm 1,1$	$7 \pm 1,6$	22,4/0,00

Примечание: *Для всех показателей СМАД тест Левена показал высокую внутригрупповую однородность дисперсии ($MS=10,4-31,0$, $F=0,6-1,5$, $p=0,15-0,49$); примечание: ** Δ – изменение показателя

Значение и прирост показателей инспираторно-экспираторного коэффициента (RR_{max}/RR_{min}), ночного снижения САД оказался статистически значимо выше в пятой в сравнении с четвертой группой (критерий Манн-Уитни, $p<0,05$), что указывает на достижение более выраженных адаптационных изменений ВНС в экспериментальной группе с одновременным применением абдоминального бандажа и НИЛИ.

В результате реабилитации изменения по неврологическим показателям ($AISA_{рука}$, ДУ) отсутствовали во всех группах ($p=1,00$), прирост функциональных показателей составил в контрольной группе по FIM_m $6,1 \pm 1,4$ (15%) балла, в группах 4 и 5 по $6,8 \pm 1,6$ (15%) и $7 \pm 1,8$ (17%) баллов соответственно ($p=0,25$). Отмечалась положительная динамика в психоэмоциональном состоянии, во всех группах отмечалось сравнительно одинаковое снижение уровня реактивной – на 4 балла (10%) – и личностной тревожности – на 2 балла (4%). Динамика изменений уровня депрессии и качества жизни между группами несколько отличалась, в контрольной группе снижение уровня депрессии составило $2,3 \pm 0,3$ балла (20%), в четвертой группе – $2,9 \pm 0,5$ (25%), в пятой группе – $3,2 \pm 0,6$ (28%) балла ($p=0,00$, $p_2-p_3=0,21$). Улучшение качества жизни в контрольной группе произошло на $3 \pm 0,8$ (5%) балла, а в четвертой и пятой группах на $6 \pm 1,6$ и $6 \pm 1,2$ (11%) баллов ($p_2-p_3=0,89$) (табл. 105).

Таблица 105 – Динамика изменений функционального психоэмоционального состояния*

Параметры	1-я группа (контроль)	4-я группа (АБ)	5-я группа (АБ+НИЛИ)	F-критерий (p)
Δ FIM _m , баллы	6 $\pm$ 1,4 15%	6,8 $\pm$ 1,6 16%	7 $\pm$ 1,8 17%	1,4/0,25
Δ Тревога Р, баллы	4 $\pm$ 0,5 10%	4 $\pm$ 0,8 10%	4 $\pm$ 0,6 10%	0,3/0,62
Δ Тревога Л, баллы	2 $\pm$ 0,4 4%	2 $\pm$ 0,4 4%	2 $\pm$ 0,5 4%	0,3/0,56
Δ Депрессия, баллы	2,3 $\pm$ 0,6 20%	2,9 $\pm$ 0,5 25%	3,2 $\pm$ 0,6 28%	4,5/0,00
Δ Качество жизни, баллы	3 $\pm$ 0,8 5%	6 $\pm$ 1,6 11%	6 $\pm$ 1,2 11%	6,3/0,00

Примечание: * Δ – изменение показателя

Таким образом, применение абдоминального бандажа оказывает ведущее влияние на ВНС, как и на качество жизни и уровень депрессии, а добавление НИЛИ оказывает дополнительное положительное влияние на состояние ВНС и незначительное снижение уровня депрессии, вероятно достигая «потолочного» уровня возможных положительных изменений. Двигательные возможности пациентов из экспериментальных (4, 5 группы) не претерпели существенных изменений, однако следует отметить, что пациенты испытывали меньшую усталость, имели более хорошее настроение, легче переносили длительный ортостатический стресс в виде пребывания в кресле-коляске или дозированных вертикализаций во время занятий ЛФК, что создавало эффект «облегчения» во время выполнения двигательной деятельности.

4.4. Поздние отдаленные изменения (через 1 год после экспериментального курса)

4.4.1. Функциональное состояние в позднем отдаленном периоде

При анализе числа повторно обследованных пациентов через год после реабилитационного курса было обнаружено уменьшение их числа на 12 пациентов, таким образом, общая ошибка истощения (T_3-T_2) составила (6%). Это было обусловлено двумя

группами факторов: 1) получением пациентами дополнительного курсового лечения в другом медицинском учреждении г. Москвы в течение 1 года либо повторная госпитализация выполнена в сроки, не укладывающиеся в период 9-15 месяцев после первичного курса реабилитации ($n=6$); 2) появлением критериев исключения ($n=5$) (обострение хронической урологической инфекции, развитие пневмонии, $n=1$). При анализе функциональных параметров было отмечено сохранение функционального прироста, полученного в результате экспериментального курса, с одновременным снижением уровня двигательного функционирования. При этом следует отметить, что часть пациентов из четвертой и пятой групп после экспериментального курса начала самостоятельно носить абдоминальный бандаж на постоянной основе в течение дня, доля таких пациентов в четвертой и пятой группах составляла 50-60%.

При оценке уровня функциональной независимости, оцененной по шкале FIM_m через 1 год (T_3) после экспериментального курса реабилитации, было отмечено снижение показателей на 3-5 баллов, при этом минимальное снижение (Mn), отмеченное во второй и третьей группах составило 3-4 балла; максимальное уменьшение наблюдалось в группах 1, 4, 5 и составило 5 баллов (табл. 106). Дисперсионный анализ повторных наблюдений подтвердил статистическую значимость выявленных за время наблюдения изменений по каждой группе (межгрупповой эффект $R_1=3$) критерий $F=8,3-10,8$; $p=0,00$; критерий сферичность Моучли показал адекватность выборки ($\chi^2=20,4-34,1$, $p=0,00$). Критерий Левена для всех групп по окончании 1 года (T_3) составил $p=0,22$ ($F=1,2$), апостериорные множественные сравнения подтвердили функциональные преимущества во второй и третьей группах ($F=8,6$; $p=0,00$).

Таблица 106 – Динамика изменений по шкале FIM_m (баллы) в течение 1 года

Пациенты / время	T_1 ($n=200$)	T_2 ($n=192$)	T_3 ($n=180$)	F-критерий (p)
группа 1	$40 \pm 15,0$	$46 \pm 15,8$	$41 \pm 14,6$	$38,2/0,00$
группа 2	$39 \pm 15,6$	$47 \pm 17,1$	$44 \pm 15,7$	$42,7/0,00$
группа 3	$40 \pm 13,4$	$49 \pm 18,4$	$45 \pm 17,9$	$57,1/0,00$
группа 4	$41 \pm 15,9$	$47 \pm 16,4$	$42 \pm 17,2$	$35,6/0,00$
группа 5	$41 \pm 16,1$	$47 \pm 16,6$	$42 \pm 17,6$	$34,7/0,00$

Показатели функции верхней конечности (VLT) по окончании 1 года также претерпели изменения в виде снижения в среднем на 4 балла, оставаясь статистически выше первоначальных значений во второй и третьей группах (табл. 107). Критерий Левена для всех групп в точке (T_3) показал хорошую однородность дисперсии ($F=1,5$, $p=0,20$), апостериорные множественные сравнения подтвердили более высокие значения функции верхних конечностей во второй и третьей группах ($F=11,5$; $p=0,00$). Дисперсионный анализ повторных измерений подтвердил статистическую значимость выявленных за время наблюдения изменений по каждой группе (межгрупповой эффект $R_1=3$): критерий Фишера $F=7,7-11,1$; $p=0,00$; критерий сферичность Моучли $\chi^2=18,5-29,3$; $p=0,00$.

Таблица 107 – Динамика изменений по шкале VLT (баллы) в течение 1 года

Пациенты / время	T_1 (n=200)	T_2 (n=192)	T_3 (n=180)	Ф-критерий (p)
группа 1	41±15,6	46±15,4	42±14,4	34,2/0,00
группа 2	42±14,5	49±15,3	45±14,8	41,3/0,00
группа 3	41±16,8	49±16,2	45±15,1	43,0/0,00

4.4.2. Психоэмоциональное состояние в позднем отдаленном периоде

Психоэмоциональное состояние через год после окончания реабилитации (T_3) в целом характеризовалось нарастанием тревожности, депрессии, снижением качества жизни в сравнении с моментом окончания реабилитационного курса (T_2), оставаясь выше значений T_1 во всех экспериментальных группах реабилитации. Критерий сферичности для депрессии, реактивной и личностной тревоги, качества жизни во всех группах был достаточным ($\chi^2=15,5-30,6$; $p<0,05$), дисперсионный анализ повторных изменений (межгрупповой эффект $R_1=3$) по всем параметрам и во всех группах показал статистическую значимость обнаруженных изменений ($F=8,1-15,6$, $p<0,05$) (табл. 108).

При раздельном сравнении между временными точками T_1 и T_3 (T_1-T_3) в первой и второй группах статистически значимых различий обнаружено не было, в третьей группе имелось снижение уровня депрессии с $11,5\pm 3,1$ до $9,2\pm 2,9$ балла ($p=0,03$) и повышение качества жизни с $54\pm 13,1$ до $58\pm 13,6$ баллов ($p=0,00$), в четвертой группе наблюдалось повышение качества жизни с $52\pm 13,5$ до $56\pm 12,8$ баллов ($p=0,00$), в пятой группе статистически значимые различия

имелись по уровню депрессии ($11,6 \pm 3,3$ против $9,4 \pm 2,9$ балла, $p=0,00$) и качеству жизни ($53 \pm 14,3$ против $57 \pm 12,4$ баллов, $p=0,00$).

Таблица 108 – Изменения психоэмоционального состояния в течение 1 года (баллы)

Время	T ₁	T ₂	T ₃	Р (F-критерий)
Группа 1 (контроль)				
Тревога Р	$40 \pm 5,4$	$36 \pm 5,9$	$39 \pm 4,3$	0,00
Тревога Л	$45 \pm 4,7$	$43 \pm 6,6$	$45 \pm 5,1$	0,26
Депрессия	$11,2 \pm 3,8$	$8,9 \pm 2,9$	$11,0 \pm 3,4$	0,01
Качество жизни	$54 \pm 14,1$	$57 \pm 14,6$	$55 \pm 15,5$	0,00
Группа 2 (СЛГВК)				
Тревога Р	$39 \pm 4,9$	$35 \pm 5,1$	$40 \pm 4,1$	0,00
Тревога Л	$44 \pm 5,2$	$42 \pm 5,6$	$44 \pm 4,8$	0,28
Депрессия	$11,3 \pm 3,4$	$8,8 \pm 3,8$	$10,4 \pm 3,2$	0,08
Качество жизни	$53 \pm 14,6$	$58 \pm 13,8$	$55 \pm 13,2$	0,00
Группа 3 (СЛГВК + ПЗОРП)				
Тревога Р	$38 \pm 4,5$	$34 \pm 5,8$	$36 \pm 4,1$	0,00
Тревога Л	$43 \pm 5,5$	$41 \pm 5,9$	$43 \pm 4,9$	0,22
Депрессия	$11,5 \pm 3,1$	$8,2 \pm 3,3$	$9,2 \pm 2,9$	0,03
Качество жизни	$54 \pm 13,1$	$62 \pm 13,2$	$58 \pm 13,6$	0,00
Группа 4 (АБ)				
Тревога Р	$41 \pm 5,1$	$37 \pm 6,1$	$40 \pm 5,4$	0,01
Тревога Л	$44 \pm 5,2$	$42 \pm 6,2$	$44 \pm 5,6$	0,28
Депрессия	$11,4 \pm 3,5$	$8,5 \pm 2,5$	$10,2 \pm 2,7$	0,00
Качество жизни	$52 \pm 13,5$	$58 \pm 12,6$	$56 \pm 12,8$	0,00
Группа 5 (АБ + НИЛИ)				
Тревога Р	$39 \pm 5,9$	$35 \pm 4,9$	$40 \pm 5,2$	0,00
Тревога Л	$45 \pm 6,2$	$43 \pm 6,9$	$45 \pm 6,7$	0,36
Депрессия	$11,6 \pm 3,3$	$8,3 \pm 2,1$	$9,4 \pm 2,9$	0,00
Качество жизни	$53 \pm 14,3$	$59 \pm 15,1$	$57 \pm 12,4$	0,00

Таким образом, через год после первичного курса реабилитации (T₂-T₃) наблюдалось статистически значимое увеличение уровня реактивной тревожности во второй и пятой группах на 14% ($p=0,00$), в первой и четвертой группах – на 8%, в третьей группе – на 6%. Увеличение уровня депрессивных нарушений составило в первой группе 24%, во второй группе – 18%, в

третьей группе – 12%, в четвертой группе – 20%, в пятой группе – 13% (наименьшие изменения – в третьей и пятой группах, $p=0,00$). Ухудшение качества жизни в позднем периоде наблюдений составило в первой группе – на 4%, во второй группе – на 5%, в третьей группе – на 7% ($p=0,00$), в четвертой группе – на 4%, в пятой группе – на 3% по сравнению с точкой наблюдения (T_2), данные достаточно симметричны. При этом уровень личностной тревоги не претерпел статистически значимых изменений. Обнаруженная асимметричность отдаленных изменений подчеркивает роль СЛГВК и ПЗОРП, а также уменьшение степени выраженности ОГ (третья и пятая группы) в качестве значимых факторов, оказывающих положительное влияние на психоэмоциональный статус и качество жизни пациентов.

4.4.3. Изменение показателей ВНС в позднем отдаленном периоде

При рассмотрении показателей ВРС, СМАД в первой группе долгосрочные различия (T_3-T_1) выявлены не были, что подчеркивает краткосрочность формирующихся адаптационно-приспособительных реакций в ходе 30-дневного курса реабилитации со стандартной программой, а также структурность имеющихся вегетологических нарушений. Критерий сферичности для симпато-вагального индекса ВРС в покое (LF_n/HF_n), степени снижения САД в ПОП (Δ САД), экспираторно-инспираторного индекса (RR_{max}/RR_{min}), САД суточного, ЧСС суточного, степени ночного снижения САД во всех группах был значимым ($\chi^2=10,4-28,9$; $p<0,05$), дисперсионный анализ повторных изменений (межгрупповой эффект $R_1=3$) показал статистическую значимость по всем параметрам четвертой и пятой групп за исключением средней ЧСС за сутки ($ЧСС_{суточное}$) ($F=6,2-20,7$; $p<0,05$) (табл. 109).

Для отдельного сравнения использовался критерий Тьюки, в экспериментальных группах было отмечено сохранение слегка повышенных параметров парасимпатической активности (RR_{max}/RR_{min}) относительно контрольной группы ($1,20\pm 0,12$ и $1,21\pm 0,16$ против $1,18\pm 0,14$ соответственно, $p=0,02$), а также повышение ортостатической толерантности в одномоментном тилт-тесте в виде уменьшения падения САД на третьей минуте его проведения (Δ САД) $18\pm 3,6$ мм рт. ст. в контрольной группе, $15\pm 2,9$ и $14\pm 3,4$ мм рт. ст. в экспериментальных группах ($p=0,00$). Было отмечено уменьшение артериальной гипотонии в виде повышения суточного САД ($САД_{суточное}$) относительно контрольной группы ($106\pm 7,5$ и $106\pm 7,2$ против $103\pm 6,8$ мм рт. ст.) ($p=0,26$), увеличение ночного снижения САД в пятой группе ($6\pm 1,4$ против $4\pm 1,2$ мм рт. ст. в контрольной группе, $p=0,02$). Критерий Левена для всех рассмотренных параметров в точке T_3 был незначимым ($F=0,4-1,1$; $p>0,05$), что подтверждало высокую межгрупповую гомоскедастичность.

Таблица 109 – Изменения СМАД и ВРС в течение 1 года после СМТ

Переменные ВРС	T ₁	T ₂	T ₃	P (F критерий)
Группа 1 (контроль)				
LF _n /HF _n ВРС, ед.	0,7±0,19	0,8±0,17	0,7±0,15	0,65
Δ САД в ПОП, мм рт. ст.	18±3,7	16,0±3,5	18±3,6	0,34
RR _{max} /RR _{min} , ед.	1,19±0,13	1,21±0,11	1,18±0,14	0,00
САД суточное, мм рт. ст.	104±7,1	106±7,6	103±6,8	0,04
ЧСС суточное, уд./мин	61±7,1	63±8,4	62±7,8	0,54
Ночное снижение САД, мм рт. ст.	4±1,4	7±1,8	4±1,2	0,00
Группа 4 (АБ)				
LF _n /HF _n ВРС, ед.	0,7±0,12	0,9±0,19	0,7±0,18	0,00
Δ САД в ПОП, мм рт. ст.	17±3,5	13±3,3	15±2,9	0,00
RR _{max} /RR _{min}	1,18±0,11	1,23±0,13	1,20±0,12	0,00
САД суточное, мм рт. ст.	105±7,7	109±8,2	106±7,5	0,01
ЧСС суточное, уд./мин	61±6,6	64±7,9	62±6,8	0,25
Ночное снижение САД, мм рт. ст.	4±1,6	10±2,1	5±1,1	0,00
Группа 5 (АБ + НИЛИ)				
LF _n /HF _n ВРС, ед.	0,7±0,17	0,9±0,22	0,7±0,20	0,00
Δ САД в ПОП, мм рт. ст.	17±3,1	12±3,2	14±3,4	0,00
RR _{max} /RR _{min} , ед.	1,19±0,12	1,26±0,15	1,21±0,16	0,00
САД суточное, мм рт. ст.	104±7,5	109±8,6	106±7,2	0,02

Продолжение таблицы 109

Переменные ВРС	T ₁	T ₂	T ₃	Р (F критерий)
ЧСС суточное, уд./мин	60±6,8	64±7,4	62±6,6	0,12
Ночное снижение САД, мм рт. ст.	4±1,2	11±2,4	6±1,4	0,00

Отдаленные адаптивные изменения в состоянии ВНС при сравнении ряда параметров в точках T₁ и T₃ показывают отсутствие изменений в первой группе и наличие небольших изменений в четвертой и пятой группах со статистически незначимым преобладанием эффектов в пользу пятой группы. Степень снижения САД в ПОП составила в четвертой группе 17±3,5 против 15±2,9 мм рт. ст. (p=0,02), в пятой группе 17±3,1 против 14±3,4 мм рт. ст. (p=0,00), САД суточное в четвертой группе составило 105±7,7 против 106±7,5 мм рт. ст., в пятой группе 104±7,5 против 106±7,2 мм рт. ст. (p>0,05 в обоих случаях, критерий Стьюдента). Данные изменения сложно интерпретировать однозначно, так как порядка половины пациентов самостоятельно пользовались абдоминальным бандажом после экспериментального курса реабилитации, однако это не позволяет отрицать в основе – положительное влияние ношения АБ, а также небольшой положительный (дополнительный) эффект от применения НИЛИ во время первичного реабилитационного курса, это также подчеркивает нестойкость возникших адаптационно-приспособительных изменений в состоянии ВНС в условиях ее выраженного структурного повреждения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-технический прогресс, урбанизация, расширение транспортных сетей и промышленного производства сопровождаются повсеместным увеличением распространенности и встречаемости спинномозговой травмы, которая занимает ведущее место в структуре повреждений спинного мозга [317; 415]; ведет к выраженным неврологическим, двигательным нарушениям и психосоциальным ограничениям, развитию ранних и поздних осложнений, преждевременному старению в первую очередь в сердечно-сосудистой, эндокринной, иммунной, скелетно-мышечной системах [101; 280; 393; 482; 507]. Современная система реабилитации пациентов со спинальной тетраплегией базируется в основном на данных западной литературы, которая опирается на предикторный подход и целостное отношение к человеческой личности, ее ролевой профиль ежедневной жизнедеятельности в рамках биопсихосоциальной модели здоровья, нашедшей свое отражение в применении международной системы классификации функционирования (МКФ) [143; 178; 320; 323; 540; 564].

Тяжесть клинической картины, низкий реабилитационный потенциал, возможность развития осложнений, относительное увеличение длительности их жизни, высокая зависимость от окружающих требует выделения этой категории пациентов в отдельную популяцию с поиском дальнейших путей оптимизации их реабилитации, а также внедрения достижений новых технологий нейромодуляции и ассистивного управления [158; 300; 386; 549]. В основе эффективности нейрореабилитационных методик лежат принципы нейропластичности [81; 146; 553], нашедшие свое отражение ранее в принципах теории функциональной организации движения П.К. Анохина [1]. Принципиальными механизмами восстановления функции спинного мозга являются: регенерация (аксональное прорастание, восстановление поврежденных волокон, неосинапсogenesis), структурная реорганизация нейрональных циклов за счет адаптивной нейропластичности, двигательная адаптация, замещение или компенсация в рамках формирования тренировочных эффектов и изменений поведенческих и двигательных стратегий [143; 145]. Тяжесть первичного клинического повреждения, функциональная независимость пациентов с тетраплегией зависит от уровня и степени повреждения спинного мозга [90; 323; 376; 407], выраженности отека и объема кровоизлияния в нем по данным МРТ, а также возраста пациента [92; 518; 572]. В редких случаях в отсроченном периоде может развиваться прогрессирующая посттравматическая миелопатия, характеризующаяся нарастанием двигательного дефицита и уменьшением степени функциональной независимости, усилением нейропатического болевого и спастического синдромов, углублением вегетативных нарушений [205; 356; 475].

Восстановление функции ходьбы и тазовых органов ставится на первый план пациентами в первый год после СМТ [179]. В дальнейшем важнейшими аспектами качества жизни для пациентов с цервикальной тетраплегией являются двигательная функция верхних конечностей и контроль за функциями тазовых органов [55; 56; 488]. Использование верхних конечностей является критичным для выполнения общих, затрагивающих самообслуживание, и инструментальных (забота, работа, учеба) двигательных навыков. К наиболее важным двигательным навыкам пациенты относят прием пищи, одевание, личную гигиену, пересаживания (трансферы) с поверхности на поверхность, выполнение «транзиторных» движений (перекаты, мостики, переходы из положения сидя в положение лежа и обратно), перемещения в кресле-коляске, ходьбу с помощью дополнительной опоры [57; 496]. В ряде исследований 44–76% пациентов с тетраплегией ставят функцию верхних конечностей на первое место в листе проблем, которые бы им хотелось улучшить [364; 552]. Первичным предиктором функциональной независимости пациентов с цервикальной тетраплегией является функция кисти: так, наличие активных сокращений в дистальных мышцах кисти и способность к выполнению ключевого пальцевого захвата объясняет до 90% вариабельности навыков самообслуживания [97; 464].

Ортостатическая гипотензия (ОГ) в остром периоде СМТ у пациентов с цервикальной тетраплегией встречается в 82%, в подостром периоде – у 74% пациентов [295; 485], тогда как в общей популяции у здоровых пожилых людей она встречается лишь у 5-30% [368]. Клиническими проявлениями ОГ являются головокружение, слабость, транзиторное нарушение слуха и зрения [123], которые, оказывая негативное влияние на самочувствие пациента, снижают уровень ежедневной жизнедеятельности и накладывают ограничения на проводимые реабилитационные мероприятия [82; 109; 124; 295]. В разные периоды спинальной травмы ОГ ограничивает использование аппаратной вертикализации и ходьбы, снижает качество жизни, препятствует выполнению высокоинтенсивных силовых упражнений [28; 82; 110; 115; 230; 485]. Течение ОГ в ряде случаев может непредсказуемо ухудшаться в виде приступов, длящихся нескольких дней, практически полностью лишая пациента способности находиться в положении сидя, около 13% пациентов с давностью СМТ более двух лет нуждаются в лечении ОГ [106].

Вегетативная дизрефлексия (ВД) характеризуется повышением систолического артериального давления по типу симпатoadреналового криза, риском развития жизнеугрожающих осложнений, связанных с повреждением центральной нервной системы (геморрагия, ишемия головного мозга, эписиндром), кардиоваскулярными катастрофами и даже смертельным исходом, увеличивая риск развития церебрального инсульта в 4-5 раз [193; 194; 235; 354; 555]. ВД встречается у 50-92% пациентов, дебютируя в первые два месяца после СМТ,

чаще у пациентов с клинически полным повреждением спинного мозга [141; 354; 487]. Клиническими проявлениями ВД являются головная боль, потоотделение и гипертермия, пилоэрекция выше, бледная и сухая кожа ниже уровня спинального поражения, нарушение зрения, заложенность носа, повышенное чувство тревоги, тошнота и рвота [63; 354; 401]. Среди провоцирующих ВД афферентных факторов выделяют: переполнение мочевого пузыря, прямой кишки, полости матки, манифестацию инфекции мочевыводящих путей, инвазивные манипуляции на нижних мочевыводящих путях, постоянные мочевые дренажи, камни мочевого пузыря, обострение геморроя, эякуляцию, тесную одежду, пролежни, вросший ноготь или любую иную болевую или не болевую стимуляцию с дерматомов, расположенных ниже уровня повреждения спинного мозга [312; 322].

Повреждение спинного мозга характеризуется грубым нарушением различных функций организма, сопровождаясь развитием таких осложнений, как пролежни, суставные контрактуры, отеки ног, инфекции мочевыводящих путей, – каждое из которых влияет на качество жизни, затрагивая членов их семьи [48; 89; 315; 343; 496]. Снижение качества жизни прямо пропорционально тяжести неврологического повреждения, известно, что сформированные навыки пользования креслом-коляской, уменьшение депрессивных проявлений, регулярные занятия фитнесом являются предикторами улучшения качества жизни и степени социальной реинтеграции [235; 287; 420; 493; 519]. У 18–37% пациентов с СМТ имеется депрессия, которая негативно влияет на степень социальной реинтеграции, снижает уровень физической активности, эффективность реабилитационных программ, ассоциирована и с большим риском развития пролежней и осложнений со стороны мочевыводящих путей, а также нарастанием нагрузки на ухаживающий персонал, что существенно влияет на качество жизни, психологическая дезадаптация в срок до трех лет после ПСМ наблюдается у 65% пациентов [27; 44; 203; 570].

Целью двигательной реабилитации является рациональное использование остаточных двигательных и чувствительных потенциалов для замещения функционального дефицита, достижения максимального функционирования в рамках формирования новых двигательных стратегий, а также предотвращения развития потенциальных осложнений; для замещения утраченных двигательных функций применяются реконструктивные стратегии в виде функциональной электростимуляции, сухожильно-мышечных или невралных трансферов [132; 165; 541; 560; 594]. Нехирургические вмешательства с целью восстановления кистевого захвата (способность к захвату предметов при парезе кисти) базируются на формировании функционального кистевого тенодеза, который позволяет брать нетяжелые предметы малого и среднего размера [302; 350; 548]. Физические упражнения положительно влияют на увеличение мышечной силы, уменьшение потери мышечной и костной массы, изменение состава тела,

улучшение состояния сердечно-сосудистой системы и метаболического профиля [184; 202; 236; 276].

Задач-ориентированный реабилитационный подход, базируясь на патофизиологических механизмах двигательного обучения, повышает мотивацию пациента, его приверженность к выбранным реабилитационным задачам, повышает эффективность реабилитации [358; 459; 486; 512]. Пациент-ориентированный реабилитационный подход учитывает запрос пациента в вычленении актуальных для него проблемных двигательных активностей и их последующему ранжированию по значимости и способности к самостоятельному выполнению. Так, 75% пациентов считают данный подход полезным для обнаружения релевантных для них проблем, что способствует повышению мотивации к реабилитации, при этом отмечается, что порядка 50% указанных проблем могут быть нереалистичными или недостижимыми, его применение для поиска релевантных реабилитационных задач является более эффективным и практичным, чем аналогичное применение кодирования по системе МКФ [119; 245; 246; 390; 483; 581].

Литературные данные о применении низкоинтенсивной лазеротерапии у пациентов после СМТ в основном ограничиваются информацией о лечении пролежней [5]. Лазеротерапия с разной длиной волны (808 и 905 нм), глубина проникновения в ткани которой составляет до 5 см [200; 515], обладает сравнимой биологической эффективностью. НИЛИ оказывает влияние на кожную симпатическую реакцию и, соответственно, на спинальные вегетативные центры, способность активизировать парасимпатический отдел ВНС, на увеличение аксональной плотности, подавление нейровоспаления в результате повреждения периферических нервов [372; 457; 462; 556]. Локальное применение низкоинтенсивного переменного магнитного поля уменьшает макрофагальное воспаление, повышает пролиферацию мезенхимальных стволовых клеток, повышает выживаемость культуры нейрональных клеток, тем самым уменьшая проявления вторичного нейронального повреждения [112; 346; 461].

Нефармакологическое лечение ОГ включает в себя применение функциональной электростимуляции нижних конечностей, компрессионной терапии (чулки, абдоминальный бандаж), регулярных циклических аэробных упражнений [237; 255; 339; 499; 589]. Брюшной бандаж стабилизирует паралитическую брюшную стенку, увеличивает внутрибрюшное давление, тем самым улучшая вдох, увеличивает ЖЭЛ на 10-30%, улучшает продуктивность кашля, дыхательную опору речи, уменьшает проявления ОГ [65; 129; 201; 316; 517; 551]. Указанные физиологические эффекты связаны с увеличением венозного возврата, повышением ударного объема сердца, усилением дыхательной аритмии, повышением мощности ВРС [296; 337; 551]. Основным в лечение ВД является превентивная стратегия – выявление и лимитирование провоцирующих факторов (дефекация, мочеиспускание, пролежни); коррекция

артериальной гипертензии осуществляется вертикализацией пациента, приемом нифедипина или теразозина [63; 340; 342].

В связи с этим существует запрос на разработку и внедрение в клиническую практику новых методик физической реабилитации, современных методов физиотерапевтического лечения и компрессионной терапии, направленных на улучшение вегетативного обеспечения физической деятельности, патогенетического лечения ортостатической гипотензии, улучшения двигательных возможностей верхних конечностей для повышения эффективности реабилитации, уменьшения функциональной независимости и улучшения качества жизни пациентов с цервикальной тетраплегией [303; 304; 338].

Все вышеперечисленное послужило основанием для проведения настоящего исследования по изучению и разработке системы персонифицированной комплексной физической реабилитации пациентов с цервикальной тетраплегией, основанной на классификации пациентов по двигательному уровню и полноте повреждения, степени сформированности функционального тенодеза кисти, выраженности вегетативных нарушений (ОГ), с учетом индивидуального запроса к реабилитации и включением в технологию реабилитации специальной лечебной гимнастики для верхних конечностей, пациент- и задаче-ориентированного реабилитационного подхода, НИЛИ по точкам (проекция сердца, рефлекторные паравerteбральные и сосудистых пучков), ношения компрессионного абдоминального бандажа (АБ).

Для достижения цели и решения поставленных в работе задач работа была разделена на два этапа. На первом этапе был выполнен ретроспективный анализ анамнеза 217 пациентов с цервикальной тетраплегией в результате СМТ на уровне C_4-D_1 спинного мозга, возрастом 18-70 лет, давностью от 3 месяцев до 10 лет, доля нетравматических случаев – 13 (6%), доля лиц мужского пола составила 76%, при этом полное повреждение (тип А) было у 74%, ДУ C_4-C_6 был у 62% пациентов, судьба которых была прослежена в течение нескольких последовательных лет на фоне прохождения нескольких курсов реабилитационного лечения ($Me=4$). Были отмечены смешанные контрактуры суставов кистей и/или лучезапястного сустава у 29% пациентов, грубые контрактуры в суставах нижних конечностей – у 9%, гетеротопические оссификаты тазобедренных суставов – у 7% пациентов, пролежни области крестца, седалищного бугра, пяточной области – у 9% пациентов, перенесенный остеомиелит седалищного бугра или большого вертела – у 1,5%, выраженный нейропатический болевой синдром – у 2% пациентов, ожирение – у 2% пациентов, эпицистостома мочевого пузыря – у 1% пациентов, что в целом соответствует имеющимся литературным данным [42; 43; 168; 353; 569].

Исходя из принципа минимальной допустимой полноты клинического обследования было отобрано 190 пациентов (наличие СЭНМГ), на основании которых строились дальнейшие прогностические математические модели. По результатам клинического исследования, преобладали пациенты с двигательным уровнем C_4-C_6 – 62%, клинически полным повреждением (тип А) – 62%, асимметрия ДУ между левой и правой сторонами тела была обнаружена у 36% пациентов, контрактуры суставов кисти и/или лучезапястного суставов – у 30%, встречаемость остальных осложнений совпадала с общей группой, доля нетравматических ПСМ – 6% случаев, что позволило экстраполировать полученные результаты для пациентов с СМТ.

Комплексное обследование пациентов выполнялось на основе мирового опыта и соответствующего стандарта Союза реабилитологов России под редакцией Г.Е. Ивановой с соавторами [20]. Неврологический статус пациента традиционно оценивался с помощью Международного стандарта неврологической классификации травмы спинного мозга Американской ассоциации спинальной травмы – International Standards for Neurologic Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI) of the American Spinal Injury Association (ASIA), функциональные ограничения оценивались с помощью двигательного раздела шкалы функциональной независимости (Functional Independence Measure, FIM_m), оценка состояний функции верхней конечности выполнялась с помощью короткой версии Ван-Люшот теста (Van Lieshout Test, VLT) [59; 97; 99; 248; 404; 541]. Значения шкал были секвестрированы в соответствии с 25%, 50% порогами, используемыми в МКФ. В нашем исследовании было показано, что сочетанное их применение с двигательным счетом для верхних конечностей обладает высокой степенью внутренней согласованности (α -Кронбаха равна 0,87), высоким уровнем межценочной ($ICC=0,96-0,99$) и межтестовой воспроизводимости ($r=0,79-0,80$).

Неврологический статус был пропорционален функциональному состоянию пациентов, наивысшим предиктивным значением обладает двигательный счет для верхней конечности международного неврологического стандарта (классификатора) ASIA ($ASIA_{рука}$), который показал сильную корреляционную связь со шкалой FIM_m ($r=0,79$) и VLT ($r=0,80$), другие показатели стандарта имели среднюю степень корреляции: для двигательного уровня коэффициент корреляции составил для шкалы FIM_m $r=0,64$, для шкалы VLT – $r=0,63$, для степени полноты повреждения спинного мозга (AIS) – для FIM_m $r=0,52$, для VLT – $r=0,51$. Множественный регрессионный анализ показал зависимость между FIM_m , VLT и двигательным счетом $ASIA_{рука}$, двигательным уровнем, полнотой повреждения спинного мозга (коэффициент множественной корреляции для VLT $R=0,83$; коэффициент детерминации для VLT $R_2=0,69$; коэффициент множественной корреляции для FIM_m $R=0,85$, коэффициент детерминации $R_2=0,72$). Это указывает на более точное прогностическое значение двигательного счета

ASIA_{рука}, а также на важное дополнительное клиническое значение двигательного уровня в сравнении с неврологическим уровнем и полнотой повреждения спинного мозга, используемыми в классификаторе ASIA [375; 378; 422; 540].

Следует отметить, что среди 17 пациентов, имевших значение по шкале FIM_m менее 20 баллов (менее 25% по МКФ), полное повреждение (тип А) было у 14 пациентов, неполное (тип С) – у 3 пациентов, с ДУ С₄ было 8, С₅ – 7, С₆ – 2 пациента, что подчеркивает зависимость низких двигательных потенциалов в первую очередь от уровня повреждения спинного мозга, а не полноты его повреждения.

Опубликовано достаточное количество исследований по оценке функционального состояния пациентов с тетраплегией, однако практически отсутствуют данные по структуре имеющихся функциональных нарушений в той или иной сфере ежедневной жизнедеятельности [174; 323; 563; 564; 568]. Выраженное ограничение функциональной независимости по шкале FIM_m в начале периода наблюдения было представлено по навыкам «одевание верхней половины тела» у 26%, «одевание нижней половины тела» – у 52%, «пересаживание в кресло-коляску» – у 37% пациентов, «ходьба» – у 88%; большинство пациентов были умеренно зависимыми при приеме пищи – 63%, одевании верхней половины тела – 59%, одевании нижней половины тела – 42%, уходе за собой – 60%, пересаживание в кресло-коляску – 49%, перемещении в кресле-коляске – 56% пациентов; доля практически независимых пациентов была низкая (менее 20%), за исключением навыков приема пищи – 24% и перемещения в кресле-коляске – 24%. Двигательные навыки верхней конечности по шкале VLT были существенно снижены (50% и менее по МКФ) у большой доли пациентов: у 61% пациентов по домену «баланс», у 71% – по домену «1 палец», у 72% – по домену «2-5 пальцы», у 74% – по домену «манипуляции».

В зависимости от двигательного уровня (ДУ) и доменов шкал FIM_m и VLT в начале периода наблюдения (Т₁) была обнаружена однородность между некоторыми смежными двигательными уровнями (апостериорное сравнение). Граница между доменами VLT «баланс» и «1 палец» позволила сформировать две однородные группы С₄-С₅-С₆ и С₇-С₈-D₁, в доменах «2-5 пальцы» и «манипуляции» были выделены однородные группы С₄-С₅-С₆-С₇ и С₈-D₁, по доменам FIM_m не было различий между ДУ С₄-С₅-С₆ против С₇-С₈-D₁ по всем доменам («самообслуживание», «трансфер», «мобильность», «тазовые функции»). В зависимости от степени полноты повреждения спинного мозга (типы) по всем доменам FIM_m имелись статистически значимые различия между группами по типам А и В против С и D, по доменам шкалы VLT домен «манипуляции» типа А против В, С, D, остальные три домена («1 палец», «2-5 пальцы», «баланс») имели одинаковую границу неоднородности типов А и В против С и D. Это подчеркивает, что границу функциональной однородности в зависимости от

ДУ можно провести по сегментам C_6 и C_7 , а также выделить однородную группу с полным двигательным повреждением (типы А и В).

При СЭНМГ было обследование 305 срединных, 155 локтевых, 312 большеберцовых нервов у 190 пациентов. Значения МО составили для срединного нерва $4,1 \pm 2,92$ мВ, СРВ $55,7 \pm 13,86$ м/с; для локтевого нерва $3,3 \pm 2,99$ мВ; $54,3 \pm 17,36$ м/с; для большеберцового нерва $5,1 \pm 4,60$ мВ, $38,8 \pm 16,53$ м/с соответственно, данные результаты имеют пограничное нормативное значение преимущественно по МО [102; 272] и значительно ниже выявленных в группах сравнения (здоровые, параплегия), что указывает на развитие вторичной аксональной невропатии. Статистически значимой асимметрии между левыми и правыми нервами по МО, СРВ выявлено не было, несмотря на наличие асимметрии в ДУ у 36% пациентов. При анализе степени выраженности денервационных изменений с помощью методики, предложенной A. Curt, V. Dietz [139], отсутствие признаков аксональной денервации (четвертый тип) наблюдалось при обследовании срединных – у 53% пациентов, локтевых – у 35%, большеберцовых нервов – у 53%, легкие аксональные изменения (третий тип) имелись в 32% срединных, в 42% – локтевых, в 24% – большеберцовых нервов; выраженные аксональные изменения (первый и второй типы) имелись в 15% срединных, в 23% локтевых, 23% большеберцовых нервов. При повторном обследовании, выполненном на 159 (52% от первичного объем выборки) срединных нервах, 93 (60%) локтевых нервах, 168 (54%) большеберцовых нервах через 1,9 (1,0; 4,0) года после первичного обследования, статистически значимых изменений по МО, СРВ выявлено не было, обращает на себя внимание выраженная ошибка истощения, равная 46%.

В зависимости от клинико-реабилитационной группы (КРГ) пациенты с полным двигательным повреждением спинного мозга (типы А и В) имели более выраженные проявления вторичной аксональной полиневропатии: так, снижение МО в срединных нервах составило 31% слева, 43% справа, в локтевых нервах – 60% слева, 72% справа, в большеберцовых нервах снижение МО составило 53% слева, 60% справа, снижение СРВ слева 7%, справа 4% по сравнению с неполным двигательным повреждением (тип С-D). Группа пациентов с ДУ C_4 - C_6 имела более высокие значения МО в срединных нервах слева на 46%, справа на 42% по сравнению с ДУ C_7 - D_1 ($p=0,03$). Обращают на себя внимание слабая отрицательная корреляция между МО и ДУ и слабая положительная корреляция между МО и ПП. Это может указывать на феномен сочетания первичного нейронального повреждения с вторичным аксональным периферическим обеднением вследствие транссинаптической дегенерации α -мотонейронов и депрессии передних рогов [73; 138; 418; 536]. По данным зарубежных авторов, обнаруженное нами аксональное истощение возникает в ранние сроки после СМТ и остается стабильным на протяжении дальнейших нескольких лет [139; 321; 363].

Важным компонентом двигательной активности верхней конечности является динамический баланс туловища в положении сидя в кресле-коляске, который нами оценивался с помощью домена «баланс» шкалы VLT. Для его оценки нами было обследовано 40 пациентов, у которых обнаружилась средняя и сильная корреляционная связь между балансом туловища и навыками домена «самообслуживание» ($r=0,63-0,77$), общим двигательным счетом по ASIA ($r=0,54-0,62$), двигательным уровнем (ДУ) ($r=0,55-0,64$) и слабая корреляционная связь с положением таза в сагиттальной плоскости ($r=0,28-0,34$). При этом значимой корреляции между степенью функциональной независимости и положением таза обнаружено не было, а вот между параметрами динамического баланса и положением таза уже была обнаружена слабая статистически значимая корреляционная связь ($r=0,34$ и $0,28$ соответственно). Регрессионный анализ показал, что параметры динамического баланса (VLT) имеют высокое влияние на домены функциональной независимости: «самообслуживание», «трансфер», «мобильность» – шкалы FIM_м.

Пациенты с тетраплегией имеют выраженные нарушения вегетативной регуляции в сердечно-сосудистой системе в виде таких феноменов, как артериальная гипотония, синусовая брадикардия, ортостатическая гипотензия (ОГ) и вегетативная дизрефлексия (ВД). В нашей работе в период 3-6 месяцев после СМТ ортостатическая гипотензия встречалась у 80% пациентов и характеризовалась более выраженными субъективными проявлениями, более стойкой артериальной гипотонией в сравнении с поздним периодом, в котором ОГ встречается уже только у 33% пациентов. В связи с отсутствием СМАД оценить представленность латентного течения ОГ на этом этапе работы нам не удалось, при этом известно, что в промежуточном периоде только в 59% случаев ОГ является симптоматической [295].

Больше, чем у половины пациентов с ОГ отмечалось наличие головокружения и физической утомляемости. Предпосылками к манифестации ОГ являются полное клиническое повреждение спинного мозга, ассоциированное с выраженным дефицитом симпатической постганглионарной активности, умеренный дефицит парасимпатической реактивности и уже вторичное усиление гуморально-метаболических реакций. При оценке ВРС у пациентов с ОГ в пассивной ортопробе (ПОП) были обнаружено меньшее значение нормализованного симпатовагального индекса (LF_n/HF_n) и более высокая доля низкочастотной составляющей (VLF%), что подтверждает недостаточность вегетативного обеспечения деятельности и компенсаторную активность парасимпатического отдела ВНС (синусовая аритмия в пробе с ГУД). При этом известно, что высокочастотный компонент ВРС обусловлен кардиореспираторным влиянием и активностью парасимпатического вагального стволового центра, а низкочастотный компонент – барорефлекторной модуляцией активности постганглионарных симпатических нейронов [124; 296; 370].

Пациенты с ОГ в первые 6 месяцев после СМТ имели на 7% более тяжелое течение артериальной гипотонии, на 21% более выраженные симптомы ОГ, из которых выделяются утомляемость – выше на 30% и никтурия – выше на 35%, в сравнении с пациентами в более позднем периоде, что может указывать на незавершенность процессов посттравматической адаптации системы ауторегуляции мозгового кровообращения. Подобные предположения о вероятном срыве процессов церебральной гемодинамики во время эпизода ОГ обнаруживают подтверждения в работах ряда авторов [16; 123; 314; 434; 466; 566], при этом данные изменения не связаны с феноменом спинального шока, который обычно длится не дольше 5-6 недель после СМТ [61; 177]. Следует отметить, что ОГ в позднем периоде СМТ продолжает оказывать умеренное негативное влияние на реализацию двигательной дневной активности «перемещение в кресле-коляске» (коэффициент корреляции $R=0,30$).

Эпизоды вегетативной дизрефлексии (ВД) встречались у 50% пациентов, приобретая у 8 (40%) из них латентное (бессимптомное) течение. Основными симптомами ВД являлись избыточное потоотделение выше уровня повреждения (90%), головная боль (80%), парестезии (мурашки по коже) (75%). Полное повреждение спинного мозга встречалось у 90% пациентов с ВД, что совпадает с результатами ряда авторов, которые также подчеркивают сроки ее появления от 1 до 6 месяцев после СМТ [141; 271; 336]. Ведущим триггером ее развития являлись урологические факторы (100%): конкремент мочевого пузыря (5%), постоянный катетер (5%), рефлекторный тип мочеиспускания в виде отведения мочи с помощью кондомного мочеприемника (45%), неправильная техника и/или режим катетеризации (15%).

Пациенты с вегетативной дизрефлексией по результатам СМАД в среднем за сутки имели около восьми эпизодов ВД, более мягкое течение артериальной гипотонии – суточное САД было выше на 13%, ДАД – выше на 18%, дефицит ночного снижения САД и более высокую суточную вариабельность САД, а по результатам ВРС – на 23% более высокое значение нормализованного симпато-вагального индекса (LF_n/HF_n) в ПОП, лучшую субъективную переносимость ПОП, что может скрывать проявления ОГ. Нами была обнаружена умеренной силы корреляционная связь между выраженностью симптомов ВД и частотой эпизодов ВД (раздел «дизрефлексия» шкалы ADFSCI) (коэффициент Спирмена $r=0,57$), которую в перспективе можно использовать в скрининге пациентов для выявления ВД. Полученные данные подтверждают высокий риск развития заболеваний в сердечно-сосудистой системе у пациентов с тетраплегией [292; 354; 458].

У пациентов с тетраплегией фокус субъективного качества жизни был смещен к проблемам жизнедеятельности, связанным с доменом самообслуживания, – 49%, и в меньшей степени к доменам, относящимся к продуктивности – 28% и досугу – 23%. Для сравнения у пациентов с параплегией значимость проблем домена самообслуживания составила 17%, а

доменов продуктивности и досуга 39% и 44% соответственно. Также пациенты с тетраплегией имели более низкие субъективные оценки опросника COPM по субшкале «выполнение» на 25%, «удовлетворенность» – на 22%, объективные функциональные возможности по двигательной шкале FIM_m были ниже на 13%, уровень депрессии выше на 12%, объективное качество жизни (WHOQOL-BREF) ниже на 10%. Была обнаружена умеренная отрицательная корреляция между функциональными возможностями пациентов (FIM_m) и выраженностью депрессивных нарушений ($r=-0,36$; $p<0,05$).

Депрессивные нарушения были диагностированы у 56% пациентов с тетраплегией, что на 22% выше, чем у пациентов с параплегией ($p=0,03$). Легкая депрессия встречалась у 33%, что на 20% чаще, чем у пациентов с параплегией ($p=0,03$), умеренная и выраженная депрессия были отмечены у 10% и 13% пациентов соответственно. Уровень личностной тревоги преобладал над реактивной, доля пациентов с умеренными нарушениями реактивной тревожности преобладала над долей с выраженными нарушениями в обеих группах (тетраплегия 79% против 15%; параплегия 70% против 20%). Доля пациентов с умеренными нарушениями личностной тревоги преобладала у пациентов с тетраплегией (48% против 25%), при этом доля пациентов с выраженными и тяжелыми нарушениями тревоги оставалась ниже доли пациентов с параплегией. Полученные нами данные о частоте встречаемости депрессии совпадают с данными других авторов [19; 27; 44; 89; 185; 203].

У пациентов женского пола уровень депрессии был выше на 30%, чем у лиц мужского пола, доля пациенток с выраженной депрессией составляла 29% в сравнении с 9% у мужчин, а доля бессимптомных мужчин была 32% против 57% среди женщин. Личностная тревожность была выше у женщин на 9%, а реактивная – выше у мужчин на 5%. Структура реактивной тревожности не имела половых различий, выраженные ее нарушения преобладали у мужчин (21% против 3% у женщин, $p=0,02$), в структуре личностной тревожности преобладали выраженные нарушения у женщин (84% против 46% у мужчин, $p=0,00$) и умеренные нарушения у мужчин (50% против 13% у женщин) ($p=0,00$).

Для сравнения, после инсульта уровни депрессии и тревоги связаны с более худшим функциональным прогнозом и более высокой смертностью [319]. Встречаемость депрессивных проявлений после инсульта составляет до 33%, в то время как в общей популяции распространенность депрессии составляет до 13% [427]. Известно, что депрессия и тревога могут снижать активное участие пациента в реабилитационном процессе, задерживая восстановление навыков ежедневной жизнедеятельности и социальную реинтеграцию [118; 484], было показано, что функциональные улучшения способствуют уменьшению депрессивных проявлений [472]. Регулярно выполняемые физические упражнения

способствуют уменьшению депрессивных симптомов после инсульта, однако их эффект истощается сразу после прекращения их выполнения [197; 469].

Качество жизни у пациентов с тетраплегией относительно контрольной группы (здоровые) было снижено на 19%, при анализе доменной структуры было выявлено следующее снижение: в домене «физическое здоровье» – на 14%, домене «психическое здоровье» – на 23%, в домене «социальные отношения» – на 40%, домене «окружающая среда» – на 21% (шкала WHOQOL-BREF). При сравнении с пациентами, имеющими параплегию относительно контрольной группы, качество жизни было снижено на 10%, в частности в домене «физическое здоровье» – на 0%, в домене «психическое здоровье» на 21% (различия с тетраплегией были статистически незначимыми $p=0,51$), в домене «социальные отношения» – на 22%, в домене «окружающая среда» – на 11%. Домен «физическое здоровье», отражающий структурно-функциональный дефицит и ассоциированный с реализацией навыков ежедневной жизнедеятельности, грубым нарушением локомоторной функции, оказался лимитирован только у пациентов с тетраплегией относительно пациентов с параплегией и контрольной группы; в то же время социальная поддержка, межличностные отношения и влияние семьи (домен 3), финансовая и социальная автономность, доступность окружающей среды (домен 4) подвержены большей степени деформации именно у пациентов с тетраплегией, а составляющие элементы (домен 2): самоощущение, самореализация, представления о себе, чувство внешней защиты и безопасности – имеют одинаковую степень снижения у спинальных пациентов. Таким образом качество жизни пациентов со цервикальной тетраплегией характеризуется локализацией основных проблем физического здоровья в сфере самообслуживания, а также снижением уровня социальной поддержки, межличностных отношений и поддерживающей роли семьи, ограничением доступности окружающей среды, досуговой активности и работы, способности вести домашнее хозяйство.

Пациенты с высоким повреждением спинного мозга ДУ C₄-C₆ (65%) имели более низкое значение функциональной независимости FIM_m ($32 \pm 9,1$ балла) и по качеству жизни (WHOQOL-BREF $50 \pm 8,9$ баллов), а пациенты с низким ДУ (C₇-D₁) более высокие значения FIM_m $50 \pm 8,5$ баллов и качества жизни $59 \pm 10,2$ баллов, была отмечена умеренная положительная корреляция между качеством жизни и двигательными возможностями по шкале FIM_m ($R=0,66$, $p=0,00$). Полученные данные о влиянии уровня двигательных нарушений и степени функциональной независимости на качество жизни находят широкое подтверждение в западных источниках [227; 238; 287; 453; 468]. Социальная поддержка и реинтеграция являются отдельным ресурсом, способствующим улучшению качества жизни, уменьшению уровня психоэмоциональных нарушений [188; 227; 405]. Интересным остался вопрос, касающийся влияния интенсивности и длительности болевого синдрома на уровень депрессии, тревоги и

качество жизни, ответ на которые требует дополнительных исследований, так как выраженный нейропатический болевой синдром нами был отмечен лишь у 2% пациентов.

С целью предикативного анализа было отобрано 190 пациентов (тип А – 118 пациентов), среди которых в зависимости от сроков поступления на первичный курс реабилитации были проанализированы предикторы в первые 6 месяцев после СМТ – 49 пациентов (модельная группа А), в первые 12 месяцев после СМТ – 75 пациентов (модельная группа В). При изучении функциональной независимости был применен иерархический классификационный анализ, бинарный классификатор с построением ROC-кривых. В первые 6 месяцев после СМТ выраженные функциональные ограничения были выявлены у 90% пациентов, высоким предикативным значением ограничения жизнедеятельности обладают двигательный счет $AISA_{рука}$ ($AUC=0,84$; $p=0,06$) и двигательный уровень ($AUC=0,80$; $p=0,09$), низким – полнота повреждения спинного мозга ($AUC=0,36$; $p=0,53$). В первые 12 месяцев после СМТ ($n=75$) выраженные функциональные ограничения были выявлены у 43% пациентов, высокое предикативное значение имелось у двигательного счета $ASIA_{рука}$ ($AUC=0,86$; $p=0,00$), двигательного уровня ($AUC=0,72$; $p=0,00$), функционального тенодеза ($AUC=0,59$; p не определено). Выраженные функциональные ограничения можно прогнозировать с помощью двигательного счета $ASIA_{рука}$ в 84,4%, ДУ в 43,7%, ФТ в 31,3%, ПП в 81,2%, а умеренные и легкие ограничения – двигательного счета $ASIA_{рука}$ в 81,4%, ДУ – в 86,0%, ФТ – в 100% случаев, ПП – в 44,2%. Классификация умеренной функциональной независимости показала пороговые значения для двигательного счета $ASIA_{рука}$ в 22,6 балла, для ДУ – в 6,5 двигательный сегмент спинного мозга (пациенты с ДУ C_6 и C_7), ранговая значимость предикторов составляет 100, 65, 53, 29 соответственно.

В сроки более 12 месяцев после СМТ ($n=190$) (модельная группа С) выраженные функциональные ограничения были выявлены у 42% пациентов, предикативная мощность рассмотренных факторов возрастала: двигательный счет $ASIA_{рука}$ ($AUC=0,92$; $p=0,00$), двигательный уровень ($AUC=0,79$; $p=0,00$); функциональный тенодез ($AUC=0,71$; p не определено), полнота повреждения спинного мозга ($AUC=0,64$; $p=0,00$). Выраженные функциональные ограничения можно прогнозировать с помощью двигательного счета $ASIA_{рука}$ в 82,5%, ДУ – в 47,5%, ФТ – в 35%, ПП – в 82,5%, а умеренные ограничения – двигательного счета $ASIA_{рука}$ в 91,8%, ДУ – в 88,2%, ФТ – в 100% случаев, ПП – в 55,7%.

При построении деревьев классификации пороговые значения умеренной функциональной независимости для двигательного счета $AISA$ для верхней конечности соответствовали 22,4 баллам, а при его исключении из анализа это сочетание наличия ФТ и ДУ выше 5,6 сегмента (пропорция пациентов с ДУ C_5 и C_6). Одновременно с этим ранговая

значимость предикторов следующая: двигательный счет ASIA_{рука} – 100 рангов, ДУ односторонний наилучший – 74, ДУ двусторонний – 49, ФТ – 41, полнота повреждения – 25 рангов, при включении в иерархический анализ результатов СЭНМГ (группа денервации по обоим срединным нервам) их ранговая значимость не превышает 15 рангов. Факторный анализ подтверждает статистическую значимость двигательного счета ASIA_{рука}, ДУ, амплитуду МО со срединного нерва, сроки поступления на реабилитацию, что в нашем случае является эквивалентом началу проведения СЛГВК, применению пациент- и задач-ориентированной ЛФК.

Таким образом, положительный прогноз (умеренные ограничения жизнедеятельности) определяют ДУ С₆ и ниже и сформированный ФТ, негативный прогноз (выраженные ограничения жизнедеятельности) определяет полное повреждение спинного мозга, в то время как двигательный счет ASIA для верхней конечности более 22 баллов обладает наивысшей предикативной мощностью в обоих случаях. Полученные результаты подтверждают и в некоторой степени уточняют полученные ранее зарубежные данные. Так, пациенты, у которых есть сохранные миотомы С₇, С₈, имеют в 11 раз выше вероятность полной функциональной независимости, в случае сохранности миотома С₆ – вероятность функциональной независимости выше в 6 раз; возраст старше 60 лет, полное двигательное повреждение снижает вероятность увеличения функциональной независимости; прирост двигательного счета ASIA для верхних конечностей имеет низкий уровень корреляции со снижением границы двигательного уровня ($R=0,30$) и высокую степень корреляции с уровнем функциональной независимости [69; 301; 379; 464; 507; 327]. Обращает на себя внимание тот факт, что наиболее высоким предикативным значением обладает отдельный двигательный счет для верхних конечностей ASIA, что имеет широкое подтверждение в западной литературе [69; 142; 375; 378].

Функциональный тенодез (ФТ) кисти – основа формирования пассивной функциональной кисти, обусловлен сочетанием необходимых пассивных свойств кисти (суставов и сухожилий) и силой лучевых разгибателей запястья. В первой (А) модельной группе ФТ встречается у 32 (65%) пациентов. Диагностическая точность в отношении выявления пациентов с умеренной и легкой функциональной независимостью для ФТ составила чувствительность 80%, специфичность – 64%; общая чувствительность – 40,8%, отношение правдоподобия (LR+) – 2,19. Во второй (В) модельной группе ФТ был обнаружен у 65 (87%) пациентов, чувствительность теста – 69%, специфичность – 100%, общая чувствительность теста – 71%, отношение правдоподобия (LR+) – 3,19. В третьей (С) модельной группе ФТ встречается у 162 (85%) пациентов, чувствительность теста составила 65%, специфичность – 100%, общая чувствительность – 73%, отношение правдоподобия (LR+) – 2,86.

В период 3-6 месяцев после СМТ функциональный тенодез сформировался у 12 пациентов, в период 6-12 месяцев – у 15, получается, что только у 1 пациента ФТ появился в срок более чем через 12 месяцев после СМТ. При этом ФТ был утрачен в срок более 12 месяцев после СМТ у 4 пациентов в силу нарастания суставных контрактур кисти и спастичности. Так, доля суставных контрактур кисти и ЛЗС нарастала с 10 (20%) до 18 (24%), далее до 57 (30%) соответственно. Таким образом, можно сказать, что в первые 6 месяцев наличие ФТ будет указывать с высокой степенью вероятности на умеренное и легкое ограничение функциональной независимости (преобладает чувствительность), а в первые 12 месяцев и позже после СМТ отсутствие ФТ подтверждает наличие выраженного ограничения самообслуживания (преобладает специфичность).

Ведущее значение ФТ для уровня функциональной независимости (домен «самообслуживание») известно, однако его чувствительность не была изучена в зарубежной литературе, при этом в ряде публикаций ранее была показана вероятность его формирования в зависимости от ДУ, раннего ортезирования кисти, а также его стойкость на протяжении длительного периода времени после СМТ [181; 257; 250; 259; 261; 304; 447].

Значение двигательных функций верхних конечностей и связанных с ней навыков имеет решающее значение для функциональной состоятельности пациентов с тетраплегией. Для определения предикторной мощности ряда параметров был применен иерархический классификационный анализ и модифицированная шкала VLT (VLT_m) (исключен домен «баланс»), изучались такие факторы, как пол пациента, возраст, давность СМТ, полнота повреждения (ПП), двигательный уровень (ДУ), двигательный счет для верхней конечности, наличие функционального тенодеза, ограничение подвижности в пальцах кисти более 30 гр., амплитуда МО со срединных нервов. Первая классификация выполнялась по границе шкалы VLT_m в 20 баллов (точка отсечения по МКФ в 25%), в группу пациентов со значением шкалы VLT_m 20 и более баллов вошло 133 пациента, общий ДУ которых составил $6,6 \pm 1,07$; в группу менее 20 баллов – 57 пациентов с общим ДУ $5,3 \pm 0,91$. Вторая классификация выполнялась по 40 баллам (точка отсечения по МКФ в 50%), в группу с 40 и более баллами вошло 86 пациентов с общим ДУ $6,9 \pm 1,11$, в группу с менее 40 баллами – 104 пациента с общим ДУ $5,6 \pm 0,91$.

При построении дерева классификации в точке отсечения по МКФ в 25% имелось только одно ветвление в точке двигательного счета $ASIA_{рука}$, равного 17,3 балла, ранговая значимость предикторов (одномерное ветвление) составила для двигательного счета ASIA – 100, для ФТ – 91, для ДУ – 73, для ПП – 18, амплитуда МО срединных нервов – 0-5; давность ПСМ – 2, пол – 2, возраст пациента – 0, регрессионный анализ показал статистическую значимость только двигательного счета ASIA. Дерево классификации в точке отсечения по МКФ в 50%

показало также одно ветвление в точке двигательного счета $ASIA_{рука}$, равного 26,9 балла, ранговая значимость $ASIA_{рука} - 100$, для ДУ – 59, для ПП – 50, для ФТ – 28, амплитуда МО срединных нервов – 3-5; для давности СМТ – 1, для пола – 0, для возраста – 5; регрессионный анализ показал статистическую значимость двигательного счета $ASIA_{рука}$ и ДУ. Следует отметить, что у пациентов с полным двигательным повреждением двигательный счет ASIA для верхней конечности в 17 баллов соответствует ДУ C_6 , а в 27 баллов – ДУ C_7 . Высокая ранговая значимость ФТ в группах с точкой отсечения по МКФ в 25% может быть объяснена лишь отчасти асимметрией ДУ, обнаруженной у 36% пациентов, в пользу других причин может указывать применение различных паттернов замещения или компенсации утраченных функций (например, функциональной объем пронации в лучелоктевом суставе при тестировании сформированного шарового ФТ кисти) [87; 477; 561].

По сути, граница по шкале МКФ в 50% находится для двигательной функции верхней конечности на уровне 27 баллов двигательного счета верхней конечности классификатора ASIA. Выделение более точных функциональных предикторов является сложной задачей, в связи с абсолютностью уже имеющихся данных в отношении ДУ [375; 568; 583]. При этом современные наиболее точные прогностические модели используют в качестве предикторов кистевые двигательные задания, подразумевающие наличие сформированного цилиндрического ФТ, активное произвольное сокращение мышцы сгибателей пальцев и/или сгибателя первого пальца кисти, двигательный счет ASIA для верхней конечности, объясняя при этом до 90% вариабельности навыков домена «самообслуживание» [156; 464; 547; 548]. Существенной деталью является то, что в нашем исследовании оценивался технически более сложный вариант шарового ФТ, в котором большое значение имеет пассивная оппозиция 1 пальца кисти и менее «массивные» функциональные шкалы, достигая схожих показателей предикативной точности.

Были прослежены изменения в неврологическом статусе с первых 3 месяцев после СМТ у 49 пациентов, положительная динамика наблюдалась исключительно в первые 6 месяцев после СМТ только у 51% пациентов и составила 27% баллов двигательного счета стандарта ASIA, у 24 (49%) пациентов наблюдалось снижение ДУ на один сегмент спинного мозга, а у 4 (8%) пациентов уменьшается степень полноты повреждения спинного мозга. Наличие статистически значимых положительных изменений для шкалы VLT было отмечено только в сроки между 3 и 6 месяцами ($p=0,01$); для шкалы FIM_m достоверные различия были обнаружены в сроки между 3 и 6 месяцами ($p=0,00$), 6 и более 12 месяцами ($p=0,04$) после СМТ. Соответственно, значимые изменения наблюдались по шкалам VLT, FIM_m в первые 6 месяцев, с сохранением изменений по шкале FIM_m в первые 12 месяцев после СМТ. Надо отметить, что

эти данные отражают как спонтанные процессы саногенеза, так и индуцированные, связанные с реабилитационным лечением. Полученные данные согласуются с результатами зарубежных коллег, которые подтверждают отсутствие динамики в неврологическом состоянии и меньший функциональный прирост у пациентов с нарастанием давности СМТ более 1 года (48 недель) [92; 174; 176; 179; 232; 323; 326; 334; 507; 563; 564; 583].

Положительная динамика клинико-функционального состояния уменьшается с давностью СМТ, по шкале FIM_m в первый период наблюдения (T₂-T₁) динамика прироста составила 26%, за второй период (T₃-T₂) динамика – 9%, за третий период (T₄-T₃) – 2%, общая динамика составила за весь период наблюдения (T₄-T₁) 14 баллов (40%). По шкале VLT изменения за первый период составили 50%, за второй период – 9%, за третий период – 0%, общая динамика составила 19 (63%) баллов. При этом наименьший прирост был отмечен у пациентов с двигательным уровнем C₄, C₅ в диапазоне 3-5 баллов по FIM_m, 5-8 баллов по VLT. Наибольший функциональный прирост наблюдался по шкале FIM_m у пациентов с двигательным уровнем C₈, D₁ в диапазоне 9-18 баллов, по VLT с двигательным уровнем C₆, C₇, C₈ в диапазоне 18-21 баллов. При анализе изменения функциональных шкал между временными промежутками T₂-T₁ была отмечена положительная слабая корреляция ДУ с FIM_m (R=0,25) и с VLT (R=0,26). Изучение динамики показателей функциональных шкал в зависимости от количества проведенных курсов реабилитации констатировала лишь слабую положительную корреляцию только для шкалы VLT (r=0,18, p<0,05).

При анализе изменений функциональной независимости в абсолютных значениях за весь период ретроспективного наблюдения наиболее выраженные изменения отмечались по шкале VLT в домене «1 палец» и «манипуляции», по шкале FIM_m в доменах «самообслуживание» и «трансфер», менее выраженные изменения были обнаружены по шкале VLT в доменах «баланс» и «2-5 пальцы», по шкале FIM_m – в доменах «тазовые функции» и «мобильность». Увеличение доли пациентов с умеренными функциональными ограничениями были отмечены в доменах шкалы VLT «1 палец» на 18%, «2-5 пальцы» на 26%, «баланс» – на 14%, «манипуляции» – на 11%, в навыках шкалы FIM_m «уход за собой» – на 34%, «одевание верхней половины тела» – на 33%, «перемещение в кресле-коляске» – на 34%, «прием пищи» – на 25%, а к наименее чувствительным двигательным навыкам относится самостоятельная ходьба – на 5%.

В конце периода наблюдения (T₄) гетерогенность между КРГ изменилась в большую сторону. Так, по ДУ-доменам шкалы VLT группа C₆ по домену «баланс» приобрела самостоятельное значение, по домену «1 палец» не было различий только между пациентами с ДУ C₄-C₅-C₆, по доменам «2-5 пальцы» и «манипуляций» функциональная граница осталась на прежнем уровне (C₄-C₅-C₆ против C₇-C₈-D₁), аналогичная ситуация осталась в доменах «тазовые

функции» и «трансфер», в остальных доменах («мобильность» и «самообслуживание») дополнительное функциональное значение получил ДУ С₆. В зависимости от полноты повреждения в доменах «трансфер» шкалы FIM_m, «баланс» VLT граница между типами А и В против С и D остается неизменной, в остальных доменах шкалы FIM_m обособленное значение начинает приобретать тип D, а в оставшихся доменах шкалы VLT неоднозначное положение приобретает тип В. Исходя из этого, ДУ С₆ и С₇ являются переходными между группами пациентами с относительно высокими и низкими функциональными способностями, оцененными по доменам функциональных шкал FIM_m и VLT, это в свою очередь указывает на их относительно более высокую чувствительность к реабилитации и сравнительно высокий реабилитационный потенциал. В то же время очевидным является положительный тренд улучшения функциональной независимости типа D (эффект потолка), на этом фоне остается неясным функциональное значение типа В. Ранее S. Kirshblum показал, что трансформация типа А в тип В у пациентов с тетраплегией не влияет на двигательный счет верхних конечностей [327].

По данным литературы, пациенты с двигательным уровнем С₆ (сохранены разгибатели кисти) и С₇ (сохранены разгибатели предплечья) существенно различаются по степени функциональной независимости в позднем периоде СМТ, в посторонней помощи в первой группе нуждается 94%, во второй группе – 75% пациентов; суммарно степень зависимости по функциональным доменам распределена следующим образом: тазовые функции – 86%, одевание – 76%, личная гигиена – 35%, прием пищи – 35% [568]. Степень функциональной независимости в большей степени варьируется среди пациентов с двигательным уровнем С₆: передвигаться в кресле-коляске могут 65%, выполнять трансферы 12%, мобильность в кровати доступна 18%, личная гигиена (умыться, причесаться) реализуется у 30%, прием пищи – у 6%, при этом частота применения адаптивного оборудования (доска для пересаживания, электроподъемник, поручни, хватки, петли, пуговицы, ортезы на кисть и пр.) существенно ниже в группе пациентов с двигательным уровнем С₇ [69; 568; 583]. Известно, что пациенты с двигательным уровнем С₇ хотя бы, с одной стороны, могут самостоятельно выполнять большинство навыков самообслуживания [592]. Дискинезия лопатки, мышечный дисбаланс (дефицит активности подлопаточной, передней зубчатой мышц) повышают риск возникновения болевого синдрома плечевого сустава у 59% пациентов с тетраплегией С₆-С₇, что уже вторично ограничивает их двигательные возможности [149; 191; 450; 531].

По данным зарубежных ученых 82% пациентов в позднем периоде после СМТ нуждаются в дополнительной помощи в виде применения различных ассистивных приспособлений или внешней помощи по уходу за собой, наиболее сложными домашними активностями, вызывающими затруднения, являются самообслуживание (прием пищи,

жидкости), перемещение, коммуникация, уход за домом [79; 274; 291]. В ходе нашей работы, было оказано, что несмотря на выявленный нами значительный прогресс функциональной независимости на фоне применения комплексных программ стационарной реабилитации, связанный с увеличением спектра активностей, выполнение которых возможно самостоятельно или с минимальной помощью, тем не менее не позволил достичь теоретической модели максимальной самостоятельности ни одному пациенту с тетраплегией (тип А-С), при этом нами были отмечены и редкие негативные исходы, в основном связанные с функциональным неблагополучием в сферах мочеиспускания и дефекации [273; 284; 473; 583; 586].

Пациенты с высоким ДУ (C₄-C₆) имеют более низкие показатели улучшения навыков шкалы FIM_m (полная функциональная независимость), которые колеблются в диапазоне 13-27%, в отличие от пациентов с более низким ДУ (C₇-D₁), для которых диапазон изменений составил 29-49%, в свою очередь уменьшение доли пациентов с полной зависимостью для ДУ C₄-C₆ варьировалось в диапазоне 10-20%, для ДУ C₇-D₁ – 1-23%, при этом имелись существенные различия (более 10%) при попарном сравнении каждого навыка. Полная функциональная независимость в зависимости от полноты повреждения у пациентов с полным двигательным повреждением (типы А-В) демонстрирует более низкие показатели улучшения рассмотренных навыков (11-32%) в отличие от пациентов с неполным двигательным повреждением спинного мозга (типы С-Д) (36-46%). Уменьшение доли пациентов с полной функциональной независимостью было более выражено у пациентов с неполным двигательным повреждением (тип С-Д) только при выполнении активности «одевание нижней половины тела» (16% против 10% соответственно). Таким образом, наиболее потенциально доступными активностями для пациентов с высоким ДУ (C₄-C₆) являются «прием пищи», «одевание верхней половины тела», «уход за собой», «перемещение в кресле-коляске» в условиях адекватного ортопедического и ассистивного обеспечения. Для пациентов с высоким уровнем и полным двигательным повреждением спинного мозга малоперспективными являются навыки «пересаживание» и «одевание нижней половины тела».

При оценке динамики увеличения доли пациентов с умеренным и легким нарушением функции верхних конечностей более выраженную положительную динамику по шкале VLT на 2-13% имели пациенты с неполным двигательным повреждением, на 4-25% – с низким двигательным уровнем (ДУ), наибольшая положительная динамика в зависимости от ДУ была отмечена в домене «1 палец», от полноты повреждения (ПП) – в домене «манипуляции», наименьшая по ДУ – в домене «манипуляции», по ПП – в домене «2-5 пальцы». Динамика уменьшения доли пациентов с выраженным снижением функции верхней конечности имела аналогичную тенденцию: по ДУ – на 2-13%, по ПП – на 2-11%. Наибольшее снижение по ДУ было отмечено в домене «баланс», по полноте повреждения – в домене «манипуляции»,

наименьше – по ДУ в домене «манипуляции», по полноте повреждения – в домене «2-5 пальцы». Это говорит о том, что наиболее чувствительными доменами являются «1 палец», «баланс», «манипуляции», менее чувствительным является домен «2-5 пальцы», что, вероятно, указывает на представленность большей доли пассивной функциональной кисти (функциональный тенодез) у пациентов с высоким ДУ, независимо от типа полноты повреждения спинного мозга. Эти данные соответствуют ранее известным результатам [176; 178; 376; 259; 262; 540; 547], подчеркивая ведущее пограничное значение C₆, C₇ миотомов в достижении максимально возможной функциональной независимости [176; 375; 568; 592], функционального положения первого пальца для улучшения хватательной функции кисти [330; 355; 361]. Отечественные авторы предлагают использовать деление пациентов на клинико-реабилитационные группы (КРГ), исходя из уровня повреждений, на шейный, грудной и поясничный [10; 20; 33], однако применение пациент-ориентированного подхода с учетом социо-культурных и контекстуальных личностных факторов и еще более мелкого деления КРГ по сегментам шейного отдела спинного мозга способно значительно расширить представления о традиционном подходе к реабилитации пациентов с шейным уровнем СМТ [59; 234; 331; 244].

В итоге первого этапа исследования была установлена клиническая и функциональная неоднородность пациентов в зависимости от ДУ и полноты повреждения спинного мозга; сформированы клинико-реабилитационные группы с низким и высоким, полным и неполным двигательным повреждением; обнаружено развитие умеренного аксонального обеднения в периферической нервной системе, расположенного ниже уровня повреждения спинного мозга; изучены распространенность и глубина ортостатической гипотензии и вегетативной дизрефлексии в сердечно-сосудистой системе и их влияние на двигательную сферу, а также адаптивное изменение положения таза в положении сидя, легкое повышение уровня тревожности и легкие депрессивные нарушения; выявлены модельные характеристики умеренной и выраженной функциональной независимости, двигательных возможностей верхних конечностей, значимость функционального тенодеза кисти; показана ограниченность положительных неврологических изменений первым годом после СМТ, возможность значимого неврологического регресса в результате развития прогрессирующей миелопатии, более значимый функциональный прирост у пациентов с двигательным уровнем C₆, C₇, C₈, который определен как один из основных компонентов реабилитационного потенциала; эффективность программ реабилитации опирается на расширение функциональной независимости в сфере самообслуживания (уход за собой, перемещение в кресло-коляске, прием пищи, одевание верхней половины туловища) и в улучшении кистевого захвата, опирающегося на феномен функционального тенодеза; были изучены предпосылки для

совершенствования технологии физической реабилитации пациентов с цервикальной тетраплегией.

Получению недостающей информации в отношении возможности интенсификации программ физической реабилитации был посвящен второй этап исследования, в котором приняло участие 200 пациентов в возрасте 18-50 лет, давностью СМТ от 6 месяцев до 5 лет, рандомизированных в пять групп численностью по 40 человек (первая группа – контрольная, вторая группа – дополнительное применение СЛГВК, третья группа – сочетанное применение СЛГВК + ПЗОРП, четвертая группа – аналогично контрольной группе с дополнительным применением абдоминального бандажа (АБ), пятая группа – сочетанное применение АБ и НИЛИ), ошибка истощения составила по окончании реабилитации 4%. В результате применения экспериментальных реабилитационных методик наиболее выраженные изменения функционального состояния по шкале FIM_m и VLT были отмечены во второй и третьей группах. Значения шкалы FIM_m увеличились на 20% и 23% соответственно против 15% в контрольной группе, шкалы VLT – на 17% и 19% соответственно против 12% контрольной группы. Различий при сравнении с контрольной группой по доменам «баланс» (VLT) и «тазовые функции» (FIM_m) обнаружено не было. Также во второй и третьей группах была отмечена сопоставимая положительная динамика изменений в доменах «самообслуживание» (26% и 27%), «мобильность» (13%, 14%), «манипуляции» (13%, 14%), что указывает на положительное влияние сочетания базовой программы реабилитации с методикой СЛГВК. Динамика показателей в третьей группе превышала динамику во второй группе в доменах «2-5 пальцы» (24% против 19%), «1 палец» (29% против 22%), «трансфер» (27% против 20%), что можно объяснить приоритетным значением задач- и пациент-ориентированного реабилитационного подхода (ПЗОРП). Эти результаты свидетельствуют о целесообразности включения в программы реабилитации пациентов пациент- и задач-ориентированной лечебной гимнастики, актуальности применимой методики тренировки двигательной функции верхних конечностей. Аналогичные данные были получены A.I.F. Spooren, L. Fonseca, которые показали как положительный эффект аналогичной методики лечебной гимнастики с учетом пациент-ориентированного запроса после курса реабилитации, так и сохранение положительного эффекта в отдаленном периоде [212; 503; 504; 505].

В начале реабилитации показатели уровня депрессии во всех группах находились на границе нормы и легких нарушений (10-15 баллов) (шкала Бека), показатели личностной и реактивной тревожности находились в пределах умеренных нарушений (30-45 баллов) (шкала Спилбергера-Ханина), уровень качества жизни был снижен до уровня в 54 баллов (шкала WHOQOL-BREF) без статистически значимых различий между группами, что указывает на необходимость проведения психологической коррекции в рамках комплексной реабилитации.

После реабилитации изменения уровня тревоги составляли 10% для реактивного типа, 4-5% для личностного типа тревожности и не имели статистически значимых межгрупповых различий. Уменьшение уровня депрессии, увеличение качества жизни было максимальным в третьей группе (29% и 15%), умеренным во второй группе (22% и 9%), минимальным в первой группе (20% и 5% соответственно), что указывает на суммацию положительных эффектов СЛГВК и ПЗОРП при одновременном применении на психоэмоциональное состояние и качество жизни пациентов и демонстрирует увеличение двигательных возможностей и их функциональной независимости [55; 488; 496]. Аналогичные выводы о влиянии двигательных возможностей верхней конечности на качество жизни были получены у пациентов, перенесших мозговой инсульт [29; 403; 539].

Изменение функционального состояния в зависимости от КРГ были однотипными: в абсолютном значении относительно исходного уровня более высокие функциональные изменения по шкале FIM_m (функциональная независимость) были отмечены в группах с неполным и низким двигательным повреждением, а по шкале VLT (двигательные возможности верхних конечностей) – в группах с полным и высоким уровнем повреждения спинного мозга согласно стандарту классификации ASIA. Так, в первой группе увеличение по FIM_m для пациентов с полным двигательным повреждением увеличилось на 13%, с неполным – на 17%, по шкале VLT – с полным на 14%, с неполным – на 12%, по шкале FIM_m у пациентов с высоким ДУ увеличение произошло на 15%, с низким – на 15%, по шкале VLT у пациентов с высоким ДУ – на 19%, с низким – на 12%. Во второй группе по шкале FIM_m у пациентов с полным повреждением – увеличение на 19%, с неполным – на 24%, по шкале VLT с полным повреждением – увеличение на 19%, с неполным – на 13%, по шкале FIM_m с высоким повреждением – на 21%, с низким – на 26%, по шкале VLT с высоким повреждением – на 18%, с низким – на 15%. В третьей группе по шкале FIM_m у пациентов с полным двигательным повреждением – увеличение на 18%, с неполным – на 29%, по VLT с полным – на 19%, с неполным – на 17%, по шкале FIM_m с высоким повреждением – увеличение на 23%, с низким – на 26%, по шкале VLT с высоким повреждением – на 22%, с низким – на 17%.

Таким образом, во второй группе по шкале VLT отмечены одинаковые положительные изменения в сравнении с первой группой (контроль) только у пациентов с неполным и высоким уровнем повреждения (наиболее ригидные группы), что подчеркивает улучшение функции верхних конечностей на фоне применения СЛГВК у пациентов с полным и низким уровнем повреждения (шкала VLT), а также во всех КРГ по уровню функциональной независимости (шкала FIM_m). В целом положительные изменения функционального статуса преобладают у пациентов второй и третьей групп, в свою очередь у третьей группы преобладают

положительные изменения у пациентов с неполным повреждением по обеим шкалам; при этом по шкале FIM наблюдается положительная тенденция несколько большего улучшения у пациентов с высоким уровнем повреждения, по шкале VLT положительные изменения пропорциональны уровню повреждения и выше в третьей группе, это указывает на преимущество совместного применения СЛГВК и ПЗОРП на уровень функциональной независимости (табл. 110).

Таблица 110 – Сравнение положительной динамики изменений функционального статуса в зависимости от КРГ после экспериментального курса реабилитации

Шкалы	1 группа		2 группа		3 группа	
	A-B/ C-D	C ₅ -C ₆ / C ₇ -C ₈	A-B/ C-D	C ₅ -C ₆ / C ₇ -C ₈	A-B/ C-D	C ₅ -C ₆ / C ₇ -C ₈
FIM _m (%)	13/17	15/15	19/24	21/26	18/29	23/26
VLT (%)	14/12	19/12	19/13	18/15	19/17	22/17

Анализ изменений доменной структуры функциональных шкал в первой группе показал отсутствие улучшений в домене «тазовые функции» (FIM_m) у пациентов с полным и высоким уровнем повреждения, а также отсутствие различий между КРГ по этому домену; по остальным доменам шкалы FIM_m у пациентов с неполным и низким уровнем повреждения отмечается относительно большая динамика положительных изменений, которая также была отмечена в домене «2-5 пальцы» шкалы VLT. Доменная структура улучшений во второй группе по шкале FIM_m показала отсутствие улучшений в домене «тазовые функции» у пациентов с полным и высоким уровнем повреждения, а также отсутствие статистически значимых различий в домене «трансфер» между КРГ в пользу пациентов с неполным и низким уровнем повреждения; по доменам шкалы VLT отмечалось отсутствие статистически значимых различий между КРГ по доменам «баланс», «2-5 пальцы», наличие статистически значимых различий по домену «1 палец» в пользу пациентов с полным и высоким уровнем, по домену «манипуляции» – в пользу пациентов с неполным и низким уровнем повреждения спинного мозга. В третьей группе были обнаружены такие же изменения, как и во второй группе: отсутствие различий между КРГ по домену «трансфер» шкалы FIM_m, доменам «баланс», «2-5 пальцы» шкалы VLT. Приоритет положительных изменений в сторону пациентов с полным и высоким уровнем повреждения также был отмечен только по домену «1 палец», по остальным доменам имелось преимущество в динамике положительных изменений у пациентов с неполным и низким уровнем повреждения с нарастанием количественной составляющей по доменам «самообслуживание» и «манипуляции» относительно пациентов второй группы.

Особенности проведения реабилитации в третьей группе показали, что субъективные параметры оценки эффективности реабилитации: домены COPM (выполнение $d=0,87$; удовлетворенность $d=0,77$), качество жизни ($d=0,61$) – обладают более высокой чувствительностью (ES, d -Кохена), чем результаты, полученные с помощью объективных функциональных шкал (для FIM_m $d=0,56$; для VLT $d=0,48$), аналогичные результаты были получены у пациентов после эндопротезирования коленного сустава [170].

Таким образом, можно сделать вывод, что СЛГВК положительно влияет на хватательную функцию первого пальца, что приводит к улучшению кистевого и пальцевого вида функционального тенодеза у пациентов с полным и высоким уровнем повреждения (ДУ C₅-C₆). Применение ПЗОРП способствует интенсификации реабилитационного процесса в рамках совершенствования релевантных навыков самообслуживания и манипуляций с предметами у пациентов с неполным и низким уровнем повреждения (C₇-C₈) спинного мозга, что также оказывает положительное воздействие на качество жизни, в какой-то степени делая ее мишенью для реабилитации. Известно, что субъективное качество жизни, самоудовлетворенность и самоэффективность (COPM) могут являться самостоятельными мишенями для реабилитации [153; 183; 581], однако COPM более применим в позднем периоде и у пациентов с ДУ C₇ и ниже, так как их двигательные возможности менее лимитированы [90; 504; 559; 560].

По мнению Р.А. Бодровой, реабилитационный потенциал у пациентов с шейным уровнем СМТ в позднем периоде лимитирован (отсутствует у 2-6%, остается низким у 74-87%) [9; 10], результаты нашего исследования совпадают с данными западных авторов, подчеркивающих его более высокое значение у пациентов с неполной и низкой тетраплегией [100; 176; 505; 583; 586]. Полученные данные указывают на положительный эффект от применения специальной лечебной гимнастики для верхней конечности, усиливающийся при добавлении пациент - и задач-ориентированного подхода организации физической реабилитации в увеличении функциональной независимости у пациентов с C₅-C₆-тетраплегией [90; 183; 186; 503], что вероятно можно объяснить максимально эффективной актуализацией остаточных двигательных функций в условиях экстремально положительной мотивации пациента и положительной обратной связи в условиях индивидуализированного интенсивного тренинга, сконцентрированного вокруг релевантных двигательных задач.

С помощью СМАД в среднем у каждого пациента с тетраплегией в день было обнаружено 3-4 эпизода ОГ, около 5 эпизодов ВД, эпизоды ВД были отмечены у 72% пациентов, эпизоды ОГ – у 84%. При этом у 48% пациентов наблюдалось сочетание эпизодов ОГ и ВД, что оказывает на маскирующее воздействие ВД на течение ОГ (предпосылки к этому были нами обнаружены также и на 1 этапе). Таким образом, важно отметить, что применение

СМАД позволило увеличить выявляемость скрытых эпизодов ОГ на 51%, что подтверждается современными западными источниками [241; 251; 292; 293].

В результате реабилитации были отмечены положительные однонаправленные изменения в состоянии ВНС, которые количественно были выше в экспериментальных группах (четвертая и пятая группы) относительно контрольной, изменения функциональных двигательных показателей (шкала FIM_m) не имели статистически значимых различий между группами и составили 6-7 баллов ($p=0,15$). Соответственно, в группах с применением абдоминального бандажа (АБ) (четвертая группа) и абдоминального бандажа с низкоинтенсивным лазерным излучением (АБ + НИЛИ) (пятая группа) субъективные проявления ОГ уменьшились на 28% и 33%, также было отмечено увеличение ортостатической толерантности в ПОП в виде уменьшения падения САД на 60% и 63%, а также нарастание парасимпатической реактивности на 4% в обеих группах, нормализация профиля СМАД в виде увеличения ночного снижения САД на 30% и 36%, увеличение значений суточного САД на 4% и 5% и дневного САД на 3 и 4%, увеличение дневного ЧСС на 3% и 6%, снижение ночного ЧСС на 3% и 7%, однако суточная вариабельность САД осталась без существенных изменений. В психоэмоциональном состоянии было отмечено симметричное уменьшение тревожных нарушений ($p=0,45-0,55$), снижение уровня депрессии в контрольной группе составило 20%, в четвертой группе – 25%, в пятой группе – 28% ($p=0,00$). Улучшение качества жизни в контрольной группе произошло на 5%, а в четвертой и пятой группах – на 11% ($p=0,00$). Обращает на себя внимание смещение количественных изменений уровня депрессии и качества жизни в пользу группы сочетанного применения АБ и НИЛИ, что отражает положительную суммацию их физиологических эффектов.

Результаты исследования свидетельствуют, что улучшение состояния ВНС ассоциируется с улучшением качества жизни и уменьшением выраженности уровня депрессивных нарушений, таким образом умеренное влияние ОГ на функциональное двигательное состояние пациентов нашло себе подтверждение. Ряд авторов подчеркивает влияние ВД на смертность у спинальных пациентов [555], а также то, что ОГ является независимым фактором смертности среди популяции лиц пожилого возраста [70], при этом оба этих состояния негативно влияют на качество жизни пациентов после СМТ [106; 110; 124; 297]. Данные по снижению качества жизни у пациентов с тетраплегией в зависимости от степени выраженности ОГ в литературе нам не встретились. Исследование показало положительное влияние комбинированного применения АБ и НИЛИ на течение ОГ, вероятно, за счет повышения парасимпатической реактивности и улучшения барорефлекторного контура регуляции АД [332; 370; 372; 434; 551].

В позднем отдаленном периоде через 1 год после первичного реабилитационного курса (ошибка истощения составила 6%) в экспериментальных группах все функциональные показатели (шкалы FIM_m, VLT) снизились на 3–5 баллов (4-5%), отрицательная двигательная динамика наблюдалась в меньшей степени в группах, ассоциированных с СЛГВК (вторая и третья группы), оставаясь выше начальных значений до реабилитации по шкале FIM_m на 2% в контрольной, четвертой и пятой группах и на 13% – во второй и третьей группах, по шкале VLT в контрольной группе – на 2%, во второй группе – на 7%, в третьей группе – на 10%. По данным авторов, завершение неврологических трансформаций происходит в первые 6-9 месяцев после СМТ [207; 326], сохраняя положительный потенциал в первые два года для пациентов с неполным двигательным повреждением спинного мозга [174; 176; 422; 451; 564]. Только 5,6% спинальных пациентов с полным повреждением спинного мозга (тип А) испытали трансформацию в неполное повреждение в период от 1 до 5 лет после СМТ; у 20% имелись статистически незначимые изменения ДУ [323]. В связи с этим при рассмотрении положительной функциональной динамики у пациентов с давностью СМТ более 1 года следует опираться на следующие аспекты: неврологическую трансформацию у пациентов с неполным двигательным повреждением, положительную динамику силовых показателей у пациентов с полным двигательным повреждением, формирование краткосрочных адаптационных двигательных и поведенческих приспособлений в условиях формирования функциональной двигательной системы в ответ на занятия СЛГВК в условиях ПЗОРП [1; 326; 326; 328; 583; 586]. Известно, что способности спонтанной и индуцированной нейропластичности в условиях повреждения спинного мозга крайне ограничены, клинические примеры нарастания спинальной спастичности, нейропатической боли и тяжести течения ВД, ОГ, а также периферическое аксональное обеднение в полной мере указывают на вероятность формирования «отрицательной» спинальной и кортикальной нейропластичности [94; 165; 215; 313; 381]. В западной модели реабилитации пациент после окончания первичного курса реабилитации, длящегося до полугода, стимулируется к социальной реинтеграции в виде возобновления выполнения привычных жизненных ролей: получению образования, работы, занятиям хобби, ведению домашних дел, уходу за членами семьи, самостоятельному перемещению в кресле-коляске – при этом по данным зарубежной литературы до 50-60% спинальных пациентов в западном обществе трудоустроены, что является неким способом борьбы с функциональным регрессом, помогая сохранить необходимый уровень качества жизни [190; 244; 474].

В позднем отдаленном периоде СМТ уровень депрессии относительно начала реабилитации в контрольной группе остался без изменений, во второй группе (СЛГВК) оставался ниже начальных значений на 10%, в четвертой группе (АБ) – на 12%, в третьей (СЛКВК и ПЗОРП) и пятой группе (АБ и НИЛИ) – на 23%. Качество жизни было выше

стартовых значений в контрольной группе на 2%, во второй группе (СЛГВК) на 4%, в третьей группе (СЛГВК + ПЗОРП) на 7%, в четвертой группе (АБ) на 8%, в пятой группе (АБ + НИЛИ) на 7%, достигая статистически значимого уровня в третьей и пятой группах ($p=0,00$). Это подчеркивает положительную роль улучшения двигательной активности верхней конечности, задач-ориентированной тренировки релевантных двигательных задач, уменьшения проявления ОГ и улучшения психоэмоционального состояния и качества жизни пациентов с тетраплегией в позднем периоде наблюдений. В основе объяснения сохранения «высоких» значений качества жизни пациентов может лежать следующее: увеличение общей двигательной активности как следствие первичного реабилитационного курса и уменьшения выраженности ОГ, улучшение двигательной функции верхней конечности, когнитивное переосмысление и самоопределение в результате применения пациент-ориентированной модели реабилитации, повышение самоудовлетворенности и самоэффективности в результате тренировки релевантных двигательных навыков, повышение вовлеченности в реабилитационный процесс и относительное уменьшение выраженности депрессии и других медицинских осложнений, а также улучшение когнитивных процессов и уменьшение патологической утомляемости, связанное с ОГ [48; 123; 188; 227; 347; 405; 570]. Известно о взаимном негативном влиянии ОГ и депрессии у пациентов старшего возраста, а также об изменениях вегетативной регуляции у пациентов с депрессией в виде подавления парасимпатического отдела и снижения барорефлекторной чувствительности [154; 544], что подчеркивает значимость парасимпатических механизмов в патогенезе ОГ.

Через 12 месяцев после экспериментальной реабилитации параметры ВНС в сердечно-сосудистой системе полностью пришли к исходным значениям в контрольной группе и сохранили положительные тенденции в экспериментальных четвертой и пятой группах без четкой тенденции к количественным различиям по таким параметрам, как парасимпатическая реактивность, артериальная гипотония, ортостатическая толерантность (падение САД в ПОП), уменьшение ночного снижения САД, что указывает на отдаленные физиологические положительные эффекты применения АБ. Обнаруженные отдаленные результаты подчеркивают ведущее значение ношения абдоминального бандажа в коррекции ОГ и отсутствие значимых физиологических механизмов долговременной адаптации в ответ на применение НИЛИ. Таким образом, на втором этапе была выполнена клиническая апробация разработанных экспериментальных методик реабилитации, показана их клиническая эффективность, изучена эффективность реабилитации в разных КРГ (рис.62).

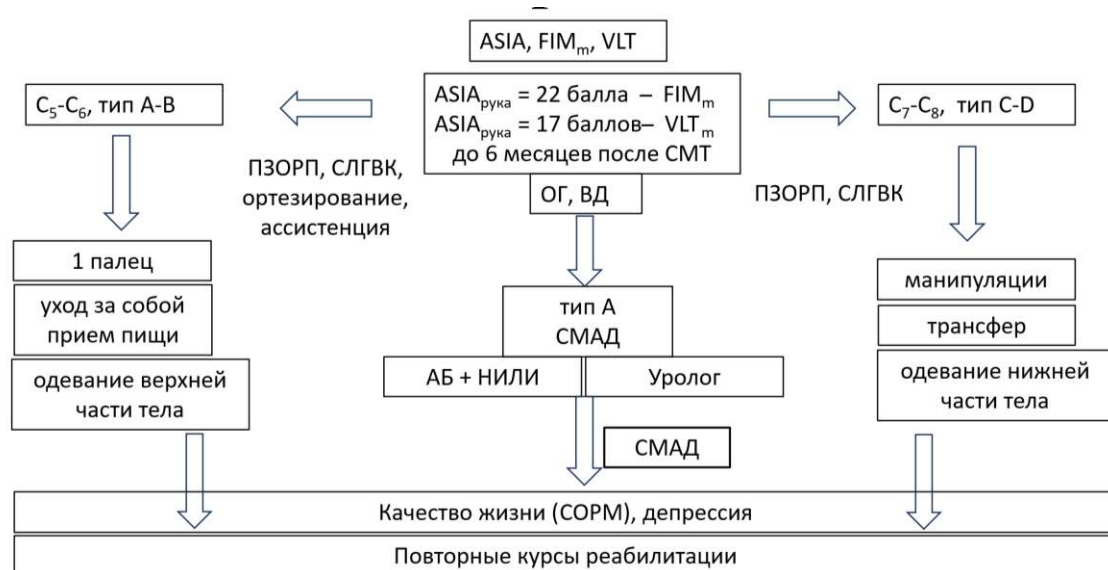


Рисунок 62 – Алгоритм применения методик в зависимости от КРГ

ВЫВОДЫ

1. Сочетанное применение двигательного счета для верхней конечности классификатора AISA, двигательного раздела шкалы функциональной независимости (FIM_m), батареи двигательных тестов для верхней конечности короткой версии шкалы Ван-Люшот (VLT) – надежный и валидный инструмент, позволяющий комплексно оценить клинико-функциональное состояние пациентов с СМТ на шейном уровне, которое пропорционально полноте и уровню повреждения спинного мозга, неоднородность результативности позволяет выделить следующие клинико-реабилитационные группы (КРГ): высокий уровень повреждения (C₄-C₆), низкий уровень повреждения (C₇-D₁), полный двигательный тип повреждения (типы А и В), неполный двигательный тип повреждения (типы С и D); пациенты с низким двигательным уровнем (C₇-D₁), неполным двигательным повреждением (типы C-D) спинного мозга обладают более выраженным реабилитационным потенциалом.

2. Наличие признаков аксональной денервации наблюдается у половины пациентов с тетраплегией при обследовании срединных и большеберцовых нервов (44-50%) и у трети – при обследовании локтевых нервов (65%); при этом выраженные денервационные изменения обнаруживаются в 15-24% исследованных периферических нервов. Более выраженные проявления аксональной полиневропатии наблюдаются при полном двигательном повреждении спинного мозга, низком двигательном уровне (C₇-D₁) и дистальнее места повреждения. Обнаруженное аксональное истощение возникает в срок до трех лет после СМТ.

3. Ортостатическая гипотензия (ОГ) в первые 6 месяцев после СМТ встречается у 80% пациентов, в периоде более 6 месяцев ОГ встречается у 33%, а вегетативная дизрефлексия (ВД) встречаются у 50% пациентов, латентное течение ВД отмечается у 40% пациентов, предрасполагающими факторами ОГ являются полное клиническое повреждение спинного мозга (100%), дефицит парасимпатической реактивности вегетативной нервной системы, 90% пациентов с ВД имеют полное повреждение спинного мозга, ведущим триггером развития ВД являются урологические факторы. Сочетанное применение абдоминального бандажа и низкоинтенсивного лазерного излучения улучшают ортостатическую толерантность, профиль суточного АД и уровень парасимпатической реактивности, повышают качество жизни на 6% и снижают уровень депрессии на 8%.

4. У пациентов с хронической тетраплегией фокус субъективного качества жизни смещен к проблемам жизнедеятельности, связанным с самообслуживанием (49%), качество жизни снижено в доменах «физическое здоровье», «социальные отношения» и «окружающая среда» шкалы WHOQOL-BREF. Качество жизни связано с ДУ и уровнем функциональной независимости (FIM_m). Пациенты с тетраплегией в 33% случаев имеют легкие нарушения, в 10% – умеренные и

выраженные депрессивные нарушения, одновременно умеренные нарушения реактивной тревожности преобладают над высокими. Пациенты женского пола более склонны к развитию выраженной депрессии, и у них выше личностная тревожность.

5. Высоким предикативным значением для функциональной независимости (умеренные и легкие нарушения) в первые 12 месяцев после СМТ обладают двигательный счет для верхней конечности шкалы AISA, равный 22,6 балла, и двигательный уровень, равный 6,5 (пациенты с ДУ С₆ и С₇) балла. В срок более 12 месяцев пороговые значения умеренной функциональной независимости для двигательного счета для верхней конечности AISA соответствуют 22,4 баллам, а при его исключении из анализа – комбинации наличия ФТ и ДУ выше 5,6 (пациенты с ДУ С₅ и С₆). Таким образом, пациенты с ДУ С₆ являются «переходными» между группами пациентов с относительно высокими и низкими функциональными способностями.

6. Функциональный тенодез (ФТ) кисти в подостром периоде СМТ встречается у 65% пациентов, диагностическая точность ФТ в отношении выявления пациентов с умеренной и легкой функциональной независимостью составляет для чувствительности 80%, для специфичности 64%; в позднем периоде ФТ встречается у 70% пациентов, чувствительность ФТ составляет 65%, специфичность – 100%; двигательный счет ASIA для верхних конечностей, равный 17 баллам (соответствует ДУ С₆), ассоциирован с выраженным снижением, его значения, равные 27 баллам (ДУ С₇), – с умеренным снижением функций верхней конечности.

7. У пациентов с СМТ шейного отдела положительная неврологическая динамика в неврологическом статусе наблюдается в первые 6 месяцев, а функциональное состояние улучшается преимущественно в первые 6–12 месяцев после повреждения, и в меньшей степени – у пациентов с двигательным уровнем С₄, С₅. Функциональное восстановление и компенсация происходят за счет улучшения хватательных кистевых захватов, оппозиции первого пальца кисти, а также за счет увеличения функциональной независимости в навыках приема пищи, ухода за собой, в одевании верхней половины тела, перемещении в кресле-коляске; навыки «пересаживание в кресло-коляску» и «одевание нижней половины тела» являются малопреодолимым барьером, особенно для пациентов с высоким и полным двигательным повреждением спинного мозга.

8. Добавление специальной лечебной гимнастики для верхних конечностей к базовому курсу реабилитации пациентов с СМТ шейного отдела приводит к улучшению функционального состояния по шкале FIM_m на 5% за счет доменов «самообслуживание», «мобильность», по шкале VLT на 5% за счет доменов «манипуляции», «2-5 пальцы», повышает качество жизни, снижает уровень депрессии.

9. Пациент- и задач-ориентированный реабилитационный подход приводит к дополнительному улучшению функционального состояния пациентов по домену «трансфер» шкалы FIM, по домену «1 палец» шкалы VLT; к повышению качества жизни на 6%, снижению уровня депрессии на 7%, к задержке регресса функциональных улучшений в отдаленном периоде, при этом чувствительность субъективных критериев эффективности реабилитации выше объективных.

10. В отсроченном периоде (через 1 год) отмечается частичное угасание отмеченных выше положительных изменений в двигательной, вегетативной и психоэмоциональной сферах, что указывает на необходимость проведения поддерживающих реабилитационных курсов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Комплексное обследование пациентов с цервикальной тетраплегией должно строиться на раздельном выделении двигательного уровня для правой и левой половин тела, расчете двигательного счета для верхних конечностей классификатора ASIA, оценке хватательной функции верхней конечности.
2. Обследование вегетативной нервной системы должно включать в себя проведение оценки вариабельности ритма сердца в покое, выраженности дыхательной аритмии (пробу с глубоким управляемым дыханием), стандартизированную пассивную ортостатическую пробу (одномоментный тилт-тест), СМАД с предварительной индивидуальной оценкой исходных (базовых) значений уровня АД.
3. Функциональные шкалы FIM_m и VLT, опросник COPM и визуальная шкала GAS, учитывающие индивидуальный запрос пациента, рекомендованы для создания персонифицированных программ физической реабилитации пациентов с цервикальной тетраплегией.
4. Наличие у пациентов с ДУ С₆ двигательного счета для верхних конечностей более 22 баллов указывает на его высокий реабилитационный потенциал для достижения функциональной независимости, более 17 баллов – на формирование кистевого функционального тенодеза и хватательной функции верхней конечности.
5. Ведущее значение в прогнозировании функциональной независимости принадлежит двигательному счету классификатора ASIA для верхних конечностей и двигательному уровню, полнота повреждения спинного мозга (типы А, В, С) имеет прогностическое значение только в подостром периоде, полностью теряя самостоятельное значение в хроническом периоде СМТ и сохраняя его для вегетативной дисфункции в сердечно-сосудистой системе.
6. Нефармакологическое лечение ортостатической гипотензии включает в себя сочетанное применения дробных индивидуализированных ортостатических тренировок, техник, направленных на увеличение дыхательной аритмии (диафрагмальное дыхание), постоянное ношение абдоминального бандажа в положении сидя, низкоинтенсивной лазеротерапии по точкам.
7. СЭНМГ с длинных нервов верхних и нижних конечностей не имеет самостоятельного прогностического значения для определения степени функциональной независимости и двигательной функции верхних конечностей в позднем периоде СМТ.
8. При проведении занятий ЛФК, социально-бытовой адаптации следует следить за клиническим состоянием пациентов с целью выявления эпизодов вегетативной

дизрефлексии (симптомы: озноб, мурашки, головная боль, избыточное потоотделение с гиперемией лица, чувство сердцебиения) или ортостатической гипотензии (симптомы: слабость, головокружение, тошнота, потемнение в глазах, нарушение слуха), с последующим измерением уровня АД.

9. Коррекция уровня качества жизни и степени депрессивных нарушений должна вестись с учетом степени функциональной независимости и двигательной активности пациента, реалистичности прогноза заболевания, пола пациента, дополнительное значение оказывает тяжесть течения ортостатической гипотензии и применение пациент- и задач-ориентированного подхода в процессе проведения процедур физической реабилитации.
10. Ортопедическое обеспечение пациентов с высоким уровнем повреждения должно включать ортезы для замещения хватательной функции верхней конечности, у пациентов с низким уровнем повреждения оно должно учитывать степень нарушения статодинамического баланса туловища с учетом формирования адаптивного сгибательного положения таза.
11. Хватательная функция кисти пациента с низким уровнем двигательного повреждения зависит от возможности пассивно-активной оппозиции первого пальца кисти, отсутствия выраженных контрактур в пястно-фаланговых суставах и способна к частичному угасанию без повторных курсов реабилитации, содержащих специальную лечебную гимнастику для верхних конечностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 448 с.
2. Баринов А.Н., Кондаков Е.Н. Клинико-статистическая характеристика острой позвоночно-спинномозговой травмы // Хирургия позвоночника. – 2010 – №4 – С.15-18
3. Беляев В.И. Травма спинного мозга (диагностика, электростимуляционное и восстановительное лечение) / В.И. Беляев – М.: Владмо, 2001. - 240 с.
4. Боголюбов В.М. Техника и методики физиотерапевтических процедур / В.М. Боголюбов, М.Ф. Васильева., М.Г. Воробьев - М.: Губернская медицина, 2001. — 402 с.
5. Бодрова Р.А., Ахметова Г.И. Восстановительное лечение нейротрофических нарушений у больных с травмами спинного мозга // Материалы всерос. научного форума по восст. мед., лечебной физ-ре, курорт., спорт. мед. и физиотерапии «РеаСпоМед 2008». – М., 2008. – С.30
6. Бодрова Р.А. Применение методов электронейрофизиологической диагностики в процессе реабилитации больных с травматической болезнью спинного мозга // Научно-практический журнал «Вопросы реабилитологии» (Казахстан). – 2012. – №5 - С.52-53
7. Бодрова Р.А., Аухадеев Э.И., Тихонов И.В. Опыт применения международной классификации функционирования в оценке эффективности реабилитации пациентов с последствиями поражения ЦНС // Практическая медицина. – 2013. – №1 – С.98-100
8. Бодрова Р.А. Определение реабилитационного потенциала у лиц, перенесших травму спинного мозга с позиций Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья // Вестник восстановительной медицины. – 2015. – Т.68– №4 - С.13-22
9. Бодрова Р.А., Аухадеев Э.И., Якупов Р.А., Закамырдина А.Д. Эффективность активной медицинской реабилитации у пациентов с травматической болезнью спинного мозга / /Доктор.ру. 2016. – Т.129 – №12-2 () – С.31-38
10. Бодрова Р.А. Активная медицинская реабилитация больных с травматической болезнью спинного мозга. диссертация докт. мед. наук: 14.03.11, 14.01.11 / Бодрова Р. А. - Казань, 2017. – 263 с.
11. Васильев А.П. Клинико-профилактические аспекты применения лазерного излучения у больных стенокардией. А.П. Васильев. – Тюмень: «Медведь», 2003. –240 с.
12. Васильченко Е.М., Филатов Е.В., Кислова А.С., Суродеева Ю.С., Ляховецкая В.В. Характеристика профиля функционирования пациентов в позднем периоде позвоночно-спинномозговой травмы. Планирование этапов госпитальной реабилитации с использованием международной классификации функционирования, ограничений

- жизнедеятельности и здоровья. // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2014. – №3 – С.16-21
13. Васильченко Е.М., Ляховецкая В.В., Карапетян К.К., Филатов Е.В., Золотов Г.К. Применение инструментов Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья в реабилитационной практике на модели пациентов с травматической болезнью спинного мозга. // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2016. – Т.16 – №5 – С.234-243
 14. Гильмутдинова Л.Т., Хайбуллина З.Р. Методические подходы к реабилитации пациентов с нарушенной функцией тазовых органов после перенесенной позвоночно-спинномозговой травмы. // Материалы всерос. научного форума по восст. мед., лечебной физ-ре, курорт., спорт. мед. и физиотерапии «РеаСпоМед 2008». – М., 2008. – С.49
 15. Даминов В.Д., Зимина Е.В., Уварова О.А., Кузнецов А.Н. Роботизированная реконструкция ходьбы у больных в промежуточном периоде позвоночно–спинномозговой травмы // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – Т. 31– № 3 – с.62–64
 16. Даминов В.Д. Совершенствование системы технологии роботизированной механотерапии в реабилитации больных с поражением центральной нервной системы. диссертация докт. мед. наук: 14.03.11 / Даминов В.Д. – М., 2013. – 259 с.
 17. Даминов В.Д., Ткаченко П.В., Низаметдинова А.А. Применение имитирующих шагоподобные движения механотерапевтических устройств в сочетании с электростимуляцией у пациентов со спинальной травмой. Вестник восстановительной медицины. – 2020. –Т.99 – №5 – С.53-61. doi.org/10.38025/2078-1962-2020-99-5-53-61
 18. Ераскин Д.А., Налобина А.Н., Алексеева С.И., Федорова Е.Ю., Бобкова С.Н. Влияние эрготерапии на восстановление функций верхней конечности у пациентов с травматической болезнью шейного отдела спинного мозга в позднем реабилитационном периоде // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т.19 – №4 – С.117-124. doi:10.14529/hsm190414
 19. Иванова Г.Е., Комаров А.Н., Силина Е.В., Трофимова А.К., Косяева, С.В., Курбанов Р.С., Степочкина Н.Д., Кезина Л.П. Психоземotionalный статус у инвалидов, перенесших спинальную травму // Вестник Восстановительной медицины. – 2013. – №4 – С.2-8
 20. Иванова Г.Е. Ведение больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы на втором и третьем этапах медицинской и медико-социальной реабилитации. Клинические рекомендации. Г.Е. Иванова. – М., 2017. – 326 с.
 21. Камалов А.А., Охоботов Д.А., Чалый М.Е., Фролова М.В., Хуторной И.В., Салюков Р.В. Оценка риска развития автономной дисрефлексии при комплексном уродинамическом исследовании у пациентов после травмы спинного мозга // Вестник урологии. – 2022. – Т.10 – №4 – С.43-53. doi:10.21886/2308-6424-2022-10-4-43-53

22. Коган О.Г. Медицинская реабилитация в неврологии и нейрохирургии / О.Г. Коган., В.Л. Найдин - М., Медицина, 1988. – 304 с.
23. Кочетков А.В. Метод восстановления утраченной или нарушенной функции ходьбы с использованием роботизированной системы «ЛОСОМАТ» (Носота, Швейцария) у больных с травматической болезнью спинного мозга (медицинская технология). А.В. Кочетков, И.В. Пряников, И.М. Костив. – М., ФГУЗ ЦКБВЛ ФМБА России, 2008. – 13 с.
24. Кочетков А.В. Лазерная терапия в неврологии. / А.В. Кочетков, С.В. Москвин, А.Н. Карнеев – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2012. – 360 с.
25. Кузнецова Е.Ю., Гаркуша Л.Г., Сидорова Г.В. Клинико-эпидемиологическая характеристика инвалидов с осложненной позвоночно-спинномозговой травмой, как основа базовой программы реабилитации. // Тез. докл. Всеросс. научн.-практ. конф. VIII Поленовские чтения. СПб. – 2009. – С.96-97
26. Леонтьев М.А. Эпидемиология спинальной травмы и частота полного анатомического повреждения спинного мозга // Актуальные проблемы реабилитации инвалидов. Новокузнецк. – 2003. – С.37-38
27. Леонтьев М.А., Фроленко С.Ю., Коновалова Н.Г., Степанова Е.В. Влияние тревоги и депрессии на процесс двигательной реабилитации пациентов с травматической болезнью спинного мозга // Политравма. – 2009. – №3 – С.59-63
28. Макарова М.Р., Лядов К.В., Шаповаленко Т.В. Влияние циклической тренировки на системе «Локомат» на сердечно-сосудистую систему у больных с последствиями травм спинного мозга // Физиотерапия, Бальнеология и реабилитация. – 2012. – №1 – С.10-13
29. Мельникова Е.А., Старкова Е.Ю., Разумов А.Н. Современный подход к физической реабилитации функций верхней конечности после инсульта. Обзор литературы // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2023. – Т.100 – №1 – С.42-53. doi:10.17116/kurort202310001142
30. Мельникова Е.В., Буйлова Т.В., Бодрова Р.А., Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Иванова Г.Е. Использование международной классификации функционирования (МКФ) в амбулаторной и стационарной медицинской реабилитации: инструкция для специалистов // Вестник восстановительной медицины. – 2017. – Т.82 – № 6 – С.7-20.
31. Миронов Е.М. Предпосылки восстановительного лечения больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в шейном отделе // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2005. – №3 – С.10-13
32. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. / В.М. Михайлов. – Иваново: ИГМА. – 2002. – 288 с.

33. Морозов И.Н. Позвоночно-спинномозговая травма: восстановительное лечение в промежуточном и позднем периодах. диссертация докт. мед. наук 14.01.11, 14.01.15 / Морозов И.Н. – Н.Новгород, 2011. – 339 с.
34. Морозов И.Н., Млявых С.Г. Эпидемиология позвоночно-спинномозговой травмы (обзор). // Медицинский Альманах. – 2011. – Т.17 – № 4 – С.157-159
35. Морозов И.Н., Новиков А.В., Рукина Н.Н., Воробьева О.В. Биомеханическая оценка двигательных нарушений кисти у пациентов с травмой шейного отдела спинного мозга // Российский журнал биомеханики. – 2011. – Т.52 – №2 – С.77-83
36. Нестерова И.Н., Прудникова О.Г. Оценка психоэмоционального состояния больных с последствиями повреждения спинного мозга // Журнал клинической и экспериментальной ортопедии им. Г.И. Елизарова. 2017. – Т.23 – № 4 – С. 439-443
37. Поддубная О.А. Низкоинтенсивная лазеротерапия в клинической практике (Часть 1). // Вестник восстановительной медицины. – 2020. – Т.100 – №6 – С.92–99. doi:10.38025/2078-1962-2020-100-6-92-99
38. Полищук Н.Е. Повреждение позвоночника и спинного мозга (механизмы, клиника, диагностика, лечение) / Н.Е. Полищук. – Киев: «Книга плюс», 2001. –388 с.
39. Полякова А.Г., Бойцов И.В., Морозов И.Н., Денисова Е.В. Значение интегративной оценки функционального состояния вегетативной нервной системы у больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в процессе медицинской реабилитации / Медицинский альманах. –2015. – №4(39) – С.170-173
40. Правосудов В.П. Учебник инструктора по лечебной физической культуре / В.П. Правосудов. – Москва. Физкультура и спорт, 1980. – 415 с.
41. Тома А.И., Нинель В.Е., Норкин И.А., Тома Г.В., Смолькин А.А. Возможности электронейростимуляции у пострадавших с позвоночно-спинномозговыми повреждениями // Травматология и ортопедия России. – 2010. – Т.56 – №2 – С.72-75
42. Филатов Е.В., Палаткин П.П., Фроленко С.Ю., Баранников А.А., Урюпин В.Ю. Значение осложнений травматической болезни спинного мозга в двигательной реабилитации пациентов // Медицина в Кузбассе. – 2016. – Т.15 – №2 – С.41-47
43. Хохлова О.И., Баранников А.А., Филатов Е.В., Овчинников О.Д. Прогнозирование риска развития клинически значимой гетеротопической оссификации области крупных суставов у пациентов с травматическим повреждением спинного мозга // Политравма. – 2021. – №1 – С.6-14. doi: 10.24411/1819-1495-2021-10001
44. Хохлова О.И., Васильченко Е.М. Механизмы психологической защиты и копинги у инвалидов с травматической болезнью спинного мозга с различным уровнем нервно-психической адаптации // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2022. – Т.25 – №1 – С.41-54. doi:10.17816/MSER105312

45. Шапкова Е.Ю., Емельяников Д.В., Ларионова Ю.Е. Сенсомоторные и локомоторные перестройки при хроническом посттравматическом поражении взрослого спинного мозга человека как свидетельство активности-зависимой нейропластичности // Физиология человека. – 2021. – Т.47 – № 4 – С.5-16. doi: 10.31857/S0131164621040147
46. Шевченко Р.В., Фадеев Ф.О., Измайлов А.А., Маркосян В.А., Соколов М.Е. Транстравматическая эпидуральная электростимуляция спинного мозга в модели на свиньях // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2023. – Т.175 – №1 – С.7-11 doi: 10.1007/s10517-023-05799-x
47. Abrams GM, Wakasa M. Chronic complications of spinal cord injury and disease. Текст – электронный // Waltham: UpToDate; 2022. URL: <https://www.uptodate.com/contents/chronic-complications-of-spinal-cord-injury-and-disease> (дата обращения: 20.08.2025).
48. Acute management of autonomic dysreflexia: individuals with spinal cord injury presenting to health-care facilities Consortium for Spinal Cord Medicine (Medicine CfSC) // J Spinal Cord Med. Spring. – 2002. – V.25 – N.1–P.67-88.
49. Adriaansen J.J.E., Ruijs L.E.M., Van Koppenhagen C.F., Van Asbeck F., Snoek G., Van Kuppevelt D. Secondary health conditions and quality of life in persons living with spinal cord injury for at least ten years // J. Rehabil. Med. – 2016 – V.48 – N.10 – P.853–860. doi: 10.2340/16501977-2166
50. Ajiboye A.B., Willett F.R., Young D.R., Memberg W.D., Murphy B.A. Restoration of reaching and grasping movements through brain-controlled muscle stimulation in a person with tetraplegia: a proof-of-concept demonstration // Lancet. – 2017. –N.389(10081) – P.1821-1830. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30601-3
51. Alexander M.S., Biering-Sorensen F., Bodner D., Brackett N.L., Cardenas D., Charlifue S., Creasey G. International standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury // Spinal Cord. – 2009. – V.47 – N.1 – P.36-43. doi: 10.1038/sc.2008.121
52. Alizadeh A., Dyck S. M., Karimi-Abdolrezaee S. Traumatic Spinal Cord Injury: An Overview of Pathophysiology, Models and Acute Injury Mechanisms // Front Neurol. – 2019 – V.22 – N.10 – P.282. doi: 10.3389/fneur.2019.00282
53. American Spinal Injury Association. Standards for classification of spinal injured patients. Chicago (IL): American Spinal Injury Association; 1982
54. Andersen S.R., Biering-Sorensen F. Pain, spasticity and quality of life in individuals with traumatic spinal cord injury in Denmark. // Spinal Cord. – 2016. – N.54 –N.11 – P.973-979; doi:10.1038/sc.2016.46
55. Anderson D., Dumont S., Azzaria L., Bourdais M.L., Noreau L. Determinants of return to work among spinal cord injury patients: A literature review. // J. Vocat. Rehabil. – 2007. – V.27 – N.1 – P.57–68

56. Anderson K.D. Targeting recovery: priorities of the spinal cord-injured population // J. Neurotrauma. – 2004. – V.21 – N.10 – P. 1371-1383. doi: 10.1089/neu.2004.21.1371
57. Anderson K.D., Borisoff J.F., Johnson R.D., Stiens S.A., Elliott S.L. The impact of spinal cord injury on sexual function: concerns of the general population // Spinal Cord. – 2007. – V.45 – N.5 – P 328-337. doi: 10.1038/sj.sc.3101977
58. Anderson K.D., Friden J., Lieber R.L. Acceptable benefits and risks associated with surgically improving arm function in individuals living with cervical spinal cord injury // Spinal Cord. 2009 – V.47 – N.4 – P.334–338. doi: 10.1038/sc.2008.148
59. Aravind N., Harvey L.A., Glinsky J.V. Physiotherapy interventions for increasing muscle strength in people with spinal cord injuries: a systematic review // Spinal Cord. – 2019. – V.57 – N.6 – P.449-460. doi: 10.1038/s41393-019-0242-z
60. Athanasiou A., Xygonakis I., Pandria N., Kartsidis P., Arfaras G., Kavazidi K.R., Foroglou N., Astaras A., Bamidis P. D. Towards rehabilitation robotics: off-the-shelf BCI control of anthropomorphic robotic arms // Biomed. Res. Int. – 2017. – N.4(5708937) – P.1-17. doi: 10.1155/2017/5708937
61. Atkinson P.P., Atkinson J.L. Spinal shock. Mayo Clin. Proc. – 1996. – V.71 – N.4 – P.384–389. doi: 10.4065/71.4.384
62. Backus D., Cordo P., Gillott A., Kandilakis C., Mori M., Raslan A.M. Assisted movement with proprioceptive stimulation reduces impairment and restores function in incomplete spinal cord injury // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2014. – V.95 – N.8 – P.1447-1453. doi: 10.1016/j.apmr.2014.03.011
63. Balik V., Šulla I. Autonomic dysreflexia following spinal cord injury // Asian J. Neurosurg. 2022. – V.17 – N.2 – P.165-172. doi: 10.1055/s-0042-1751080
64. Ballert C.S., Stucki G., Biering-Sørensen F., Cieza A. Towards the development of clinical measures for spinal cord injury based on the International Classification of Functioning, Disability and Health with Rasch analyses // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2014. – V.95 – N.9 – P.1685-1694. doi: 10.1016/j.apmr.2014.05.006
65. Baydur A., Adkins R.H., Milic-Emili J. Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture // J. Appl. Physiol. – 2001. – V.90 – N.2 – P.405-411. doi: 10.1152/jappl.2001.90.2.405
66. Bednar M.S., Woodside J.C. Management of upper extremities in tetraplegia: Current Concepts // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2018. – V.26 – N.16 – E.333-341. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00465
67. Beekhuizen K.S., Field-Fote E.C. Sensory stimulation augments the effects of massed practice training in persons with tetraplegia // Arch. Phys. Med. Rehabil. 2008. – V.89 – N.4 – P.602-608. doi: 10.1016/j.apmr.2007.11.021

68. Benditt D.G., Ferguson D.W., Grubb B.P., Kapoor WN, Kugler J., Lerman B.B., Maloney J.D., Raviele A., Ross B., Sutton R., Wolk MJ., Wood DL. Tilt table testing for assessing syncope. *American College of Cardiology // J. Am. Coll. Cardiol.* – 1996. – V.28 – N.1 – P. 263–275. doi: 10.1016/0735-1097(96)00236-7
69. Beninato M., O’Kane K.S., Sullivan P.E. Relationship between motor FIM and muscle strength in lower cervical-level spinal cord injuries // *Spinal Cord.* – 2004. – V.42 – N.9 – P.533–540. doi: 10.1038/sj.sc.3101635
70. Benvenuto L.J., Krakoff L.R. Morbidity and mortality of orthostatic hypotension: implications for management of cardiovascular disease // *Am. J. Hypertens.* – 2011. – V.24 – N.2 – P.135-144. doi: 10.1038/ajh.2010.146
71. Berger M.J., Hubli M., Krassioukov A.V. Sympathetic skin responses and autonomic dysfunction in spinal cord injury // *J. Neurotrauma.* – 2014. – V.31b– N.18 – P.1531-1539. doi: 10.1089/neu.2014.3373.
72. Berlowitz D.J., Wadsworth B., Ross J. Respiratory problems and management in people with spinal cord injury // *Breathe (Sheff).* – 2016. – V.12 – N.4 – P.328-340. doi: 10.1183/20734735.012616.
73. Berman S.A., Young R.R., Sarkarati M., Shefner J.M. Injury zone denervation in traumatic quadriplegia in humans // *Muscle Nerve.* –1996. – N.19 – P.701-706
74. Bersch I., Sabrina Koch-Borner S., Fridén J. Electrical stimulation-a mapping system for hand dysfunction in tetraplegia // *Spinal Cord.* – 2018. – V.56 – N.5 – P.516-522. doi: 10.1038/s41393-017-0042-2
75. Bickel C.S., Yarar-Fisher C., Mahoney E.T., McCully K.K. Neuromuscular electrical stimulation-induced resistance training after SCI: A Review of the Dudley Protocol // *Top Spinal Cord Inj. Rehabil.* – 2015. – V.21– N.4 – P.294-302. doi: 10.1310/sci2104-294.
76. Bickenbach J, Boldt I, Brinkhof M, Chamberlain J, Cripps R. International Perspectives on Spinal Cord Injury. World Health Organization; 2013. – p. 213
77. Biering-Sørensen F., Hansen R.B., Biering-Sørensen J. Mobility aids and transport possibilities 10-45 years after spinal cord injury // *Spinal Cord.* 2004. – V.42 – N.12 – P.699-706. doi: 10.1038/sj.sc.3101649
78. Biering-Sørensen F., Scheuringer M., Baumberger M., Charlifue S.W., Post M.W.M., Montero F. Developing core sets for persons with spinal cord injury based on the international classification of functioning, disability and health as a way to specify functioning // *Spinal Cord.* – 2006. – V.44 – N.9 – P.541–546. doi: 10.1038/sj.sc.3101918
79. Biering-Sørensen F., DeVivo M.J., Charlifue S., Chen Y., New P.W., Noonan V., Post M. W M., Vogel L. International Spinal Cord Injury Core Data Set (version 2.0)-including standardization of reporting // *Spinal Cord.* – 2017. – V.55 – N.8 – P.759-764. doi: 10.1038/sc.2017.59

80. Biering-Sørensen T., Hansen R. B., Biering-Sørensen F. Home aids and personal assistance 10-45 years after spinal cord injury // *Spinal Cord*. –2009. – V.47 – P.5 –P.405-412. doi: 10.1038/sc.2008.132
81. Bilchak J.N., Caron G., Côté M.P. Exercise-induced plasticity in signaling pathways involved in motor recovery after spinal cord injury // *Int. J. Mol. Sci.* –2021.– V.22 – N.9 – P. 4858. doi: 10.3390/ijms22094858
82. Bilello J.F., Davis J.W., Cunningham M.A., Groom T.F., Lemaster D., Sue L.P. Cervical spinal cord injury and the need for cardiovascular intervention // *Arch. Surg.* – 2003. – V.138 – N.10 – P.1127-1129. doi: 10.1001/archsurg.138.10.1127.
83. Bizzarini E., Saccavini M., Lipanje F., Magrin P., Malisan C., Zampa A. Exercise prescription in subjects with spinal cord injuries // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2005. – V.86 – N.6 – P.1170-1175. doi: 10.1016/j.apmr.2004.11.014.
84. Bluvshstein V., Korczyn A.D, Akselrod S., Pinhas I., Gelernter I., Catz A. Hemodynamic responses to head-up tilt after spinal cord injury support a role for the mid-thoracic spinal cord in cardiovascular regulation // *Spinal Cord*. – 2011. – V.49 – N.2 – P.251-256. doi: 10.1038/sc.2010.98
85. Boakye M., Leigh B.C., Skelly A.C. Quality of life in persons with spinal cord injury: comparisons with other populations // *J. Neurosurg Spine*. –2012. – N.17 –N.1 – P.29-37. doi: 10.3171/2012.6.AO SPINE1252
86. Bohannon R.W., Smith M.B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity // *Physical Therapy*. 1987. – V.67 – N.2 – P.206-207. doi: 10.1093/ptj/67.2.206
87. Boland M.R., Spigelman T., Uhl T.L. The function of brachioradialis. *J. Hand Surg. Am.* – 2008. – V.33 – N.10 – P.1853-1859 // doi: 10.1016/j.jhsa.2008.07.019
88. Bolin I., Bodin P., Kreuter M. Sitting position – Posture and performance in C5-C6 tetraplegia // *Spinal Cord*. – 2000. – V.38 – N.7 – P.425-434. doi: 10.1038/sj.sc.3101031
89. Bombardier C.H., Adams L.M., Fann J.R., Hoffman J.M. Depression trajectories during the first year after spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2016. – V.97 – N.2 P.196-203. doi: 10.1016/j.apmr.2015.10.083
90. Bondurant F.J., Cotler H.B., Kulkarni M.V., McArdle C.B., Harris Jr J.H. Acute spinal cord injury. A study using physical examination and magnetic resonance imaging // *Spine (Phila Pa 1976)*. –1990. – V.15 – N.3 – P.161-8.
91. Bovend'Eerd T.J.H., Botell R.E., Wade D.T. Writing SMART rehabilitation goals and achieving goal attainment scaling: a practical guide // *Clinical Rehabilitation*. – 2009. –N.23 –N.4 – P.352–361; doi: 10.1177/0269215508101741

92. Bozzo A., Marcoux J., Radhakrishna M., Pelletier J., Goulet B. The role of magnetic resonance imaging in the management of acute spinal cord injury // *Neurotrauma*. – 2011. – V.28 – N.8 – P.1401-1411. doi: 10.1089/neu.2009.1236
93. Bracken M.B., Holford T.R. Neurological and functional status 1 year after acute spinal cord injury: estimates of functional recovery in National Acute Spinal Cord Injury Study II from results modeled in National Acute Spinal Cord Injury Study III. // *J. Neurosurg*. –2002. – V.96 – N. – P.259-266. doi: 10.3171/spi.2002.96.3.0259
94. Brown A., Weaver L.C. The dark side of neuroplasticity // *Exp. Neurol*. –2012. – V.235 – N.1 – P.133-141. doi: 10.1016/j.expneurol.2011.11.004
95. Brown R., Di Marco A.F., Hoit J.D., Garshick E. Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury // *Respir. Care*. – 2006. – V.51 – N.8 – P.853-868.
96. Bryden A.M., Kilgore, K. L., Lind, B. B., & David, T. Y. Triceps denervation as a predictor of elbow flexion contractures in C5 and C6 tetraplegia // *Arch. Phys. Med. Rehabil*. – 2004. – V.85 – N.11 – P.1880-1885. doi: 10.1016/j.apmr.2004.01.042
97. Bryden A.M., Sinnott K.A., Mulcahey M.J. Innovative strategies for improving upper extremity function in persons with tetraplegia and considerations in measuring functional outcomes // *Top Spinal Cord Inj. Rehabil*. – 2005.– V.10 – N.4 – P.75-93. doi: 10.1310/LN94-NMVK-59V3-CC1F
98. Bryden A.M., Peljovich A.E., Hoen H.A., Nemunaitis G., Kilgore K.L., Keith M.W. Surgical restoration of arm and hand function in people with tetraplegia // *Top Spinal Cord Inj. Rehabil*. – 2012. – V.8 – N.1 – P.43-49. doi: 10.1310/sci1801-43.
99. Bryden A.M., Kilgore K.L., Nemunaitis G.A. Advanced assessment of the upper limb in tetraplegia: A three-tiered approach to characterizing paralysis // *Top Spinal Cord Inj. Rehabil*. – 2018. – V.24 – N.3 – P.206–216. doi: 10.1310/sci2403-206
100. Burns A.S., Ditunno J.F. Establishing prognosis and maximizing functional outcomes after spinal cord injury: a review of current and future directions in rehabilitation management // *Spine*. – 2001 – V.26 – P.137-145. doi.org/10.1097/00007632-200112151-00023
101. Burns A.S., O'Connell C. The challenge of spinal cord injury care in the developing world. *J Spinal Cord Med*. – 2012. – V.35 – N.1 – P.3–8. doi: 10.1179/2045772311Y.00000000043
102. Buschbacher R.M. Tibial nerve motor conduction to the abductor hallucis // *Am. J. Phys. Med. Rehabil*. – 1999. – V.78 – N.6 – P.15-20. doi: 10.1097/00002060-199911001-00004
103. Byrnes KR, Waynant RW, Ilev I.K. Light promotes regeneration and functional recovery and alters the immune response after spinal cord injury // *Lasers Surg. Med*. – 2005. – V.36 – P.171–185
104. Camm A.J., Malik M., Bigger J.T., Breithardt G., Cerutti S., Cohen R.J. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // *J. Eur Heart*. –1996. – V.17 –N.3 – P.354–381

105. Canosa-Hermida E., Mondelo-García C., Ferreiro-Velasco M.E., Salvador-de la Barrera S., Montoto-Marqués A., Rodríguez-Sotillo A., Vizoso-Hermida J. R. Refractory orthostatic hypotension in a patient with a spinal cord injury: Treatment with droxidopa // *J. Spinal Cord Med.* – 2018. – V.41 – N.1 – P.115–118. doi: 10.1080/10790268.2016.1274093
106. Cao P., Alibrahim F., McIntyre A., Mehta S., Loh E., Teasell R. Heterotopic ossification following spinal cord injury. – Текст: электронный. In Eng J.J., Teasell R.W., Miller W.C., Wolfe D.L. *Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence*. 2022.Version 8.0. Vancouver: 1-34p. – URL: https://scireproject.com/wp-content/uploads/2022/03/Heterotropic-Ossification_2022.pdf (дата обращения: 25.08.2025).
107. Cappello L., Meyer J.T., Galloway K.C., Peisner J.D., Granberry R., Wagner D.A., Engelhardt S., Paganoni S., Walsh C.J. Assisting hand function after spinal cord injury with a fabric-based soft robotic glove // *J. Neuroeng. Rehabil.* –2018. – V15 – N.1 – P.59. doi: 10.1186/s12984-018-0391-x
108. Cariga P., Ahmed S., Mathias C.J., Gardner B.P. The prevalence and association of neck (coat-hanger) pain and orthostatic (postural) hypotension in human spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 2002. – V.40 – N.2 – P.77-82. doi: 10.1038/sj.sc.3101259.
109. Carlozzi N.E., Fyffe D., Morin K.G., Byrne R., Tulsy D.S., Victorson D. Impact of blood pressure dysregulation on health-related quality of life in persons with spinal cord injury: development of a conceptual model. Multicenter Study // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2013. – V.94 – N.9 – P.1721-1730. doi: 10.1016/j.apmr.2013.02.024
110. Carswell A., McColl M.A., Baptiste S., Law M., Polatajko H., Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure: A research and clinical literature review // *Can. J. Occup. Ther.* – 2004. – V.71 – N.4 – P.210–222; doi:10.1177/000841740407100406
111. Chalfouh C., Guillou C., Hardouin J., Delarue Q., Li X., Duclos C., Schapman D., Marie J-P, Cosette P., Guérout N. The Regenerative effect of transspinal magnetic stimulation after spinal cord injury: Mechanisms and pathways underlying the effect // *Neurotherapeutics.* – 2020. – V.17 – N.4 – P.2069-2088. doi: 10.1007/s13311-020-00915-5
112. Chang C.W. Evident transsynaptic degeneration of motor neurons after spinal cord injury: a study of neuromuscular jitter by axonal microstimulation // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* –1998. – V.77 – N.2 – P.118-121.
113. Chao C.Y., Cheing G.L. The effects of lower extremity functional electric stimulation on the orthostatic responses of people with tetraplegia // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2005. – V.86 – N.7 –P.1427-1433. doi.org/ 10.1016/j.apmr.2004.12.033
114. Chelvarajah R., Knight S.L., Craggs M.D., Middleton F.R. Orthostatic hypotension following spinal cord injury: impact on the use of standing apparatus // *NeuroRehabilitation.* –2009. – V.24 – N.3 – P.237-242. doi: 10.3233/NRE-2009-0474.

115. Cheung V. C. K., d'Avella A., Tresch M.C., Bizzi E. Central and sensory contributions to the activation and organization of muscle synergies during natural motor behaviors // *J. Neurosci.* – 2005. – V.25(27) –P.6419-6434. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4904-04.2005
116. Chi L., Masani K., Miyatani M., Thrasher T. A., Johnston K. W., Mardinae A., Kessler C., Fisher J. A., Popovic M. R. Cardiovascular response to functional electrical stimulation and dynamic tilt table therapy to improve orthostatic tolerance // *J. Electromyogr. Kinesiol.* – 2008. – V.18 – N.6 –P.900–907. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.08.007
117. Chollet F., Acket B., Raposo N., Albucher J.F., Loubinoux I., Pariente J. Use of antidepressant medications to improve outcomes after stroke // *Curr. Neurol. Neurosci. Rep.* – 2013. – V.13 – P.318. doi: 10.1007/s11910-012-0318-z
118. Chompoonimit A., Nualnetr N. The impact of task-oriented client-centered training on individuals with spinal cord injury in the community // *Spinal Cord.* – 2016. – V.54 – N.10 P.849-854. doi: 10.1038/sc.2015.237. 12
119. Cieza A., Kirchberger I., Biering-Sørensen F., Baumberger M., Charlifue S., Post M.W. ICF Core Sets for individuals with spinal cord injury in the long-term context // *Spinal Cord.* – 2010 – V.48 – N.4 – P.305–312. doi: 10.1038/sc.2009.183
120. Claxton A.R., Wong D.T., Chung F., Fehlings M.G. Predictors of hospital mortality and mechanical ventilation in patients with cervical spinal cord injury // *Can. J. Anaesth.* – 1998. – V.45 – N.2 – P.144-149. doi: 10.1007/BF03013253
121. Claydon V.E., Krassioukov A.V. Orthostatic hypotension and autonomic pathways after spinal cord injury // *J. Neurotrauma.* – 2006. – V.23 – N.12 – P.1713-1725. doi: 10.1089/neu.2006.23.1713
122. Claydon V.E., Steeves J.D., Krassioukov A. Orthostatic hypotension following spinal cord injury: understanding clinical pathophysiology // *Spinal Cord.* – 2006. – V.44 – N.6 – P.341-351. doi: 10.1038/sj.sc.3101855.
123. Claydon V.E., Krassioukov A.V. Clinical correlates of frequency analyses of cardiovascular control after spinal cord injury // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* – 2008. – V.294 – N.2 – P.668-678. doi: 10.1152/ajpheart.00869.2007
124. Collinger J.L., Boninger M.L., Bruns T.M., Curley K., Wang W., Weber D.J. Functional priorities, assistive technology, and brain-computer interfaces after spinal cord injury // *J. Rehabil. Res. Dev.* – 2013 – V.50 – N.2 – P.145-160. doi: 10.1682/jrrd.2011.11.0213
125. Cormier C.M., Mukhida K., Walker G., Marsh D.R. Development of autonomic dysreflexia after spinal cord injury is associated with a lack of serotonergic axons in the intermediolateral cell column // *J. Neurotrauma.* – 2010. – V.27 – N.10 – P.1805-1818. doi: 10.1089/neu.2010.1441

126. Cornwell P.L., Ward E.C., Lim Y., Wadsworth B. Impact of an abdominal binder on speech outcomes in people with tetraplegic spinal cord injury: perceptual and acoustic measures // *Top Spinal Cord Inj. Rehabil.* – 2014. – V.20 – N.1 – P.48-57. doi: 10.1310/sci2001-48.
127. Cortes M., Elder J., Rykman A., Murray L., Avedissian M., Stampas A., Thickbroom G.W., Pascual-Leone A., Krebs H.I., Valls-Sole J. Improved motor performance in chronic spinal cord injury following upper-limb robotic training. // *NeuroRehabilitation.* – 2013. – V.33 – N.1 – P.57–65. doi: 10.3233/NRE-130928
128. Cote M.P., Azzam G.A., Lemay M.A., Zhukareva V., Houlié J.D. Activity-dependent increase in neurotrophic factors is associated with an enhanced modulation of spinal reflexes after spinal cord injury // *J. Neurotrauma.* – 2011. – V.28 – N.2 – P.299-309. doi: 10.1089/neu.2010.1594
129. Courtine G., Sofroniew M.V. Spinal cord repair: advances in biology and technology // *Nat. Med.* – 2019. – V.25 – N.6 – P.898-908. doi: 10.1038/s41591-019-0475-6
130. Cragg J.J., Noonan V.K., Krassioukov A., Borisoff J. Cardiovascular disease and spinal cord injury // *Neurology.* 2013. – V.81 – N.8 – P.723–728. doi:10.1212/WNL.0b013e3182a1aa68
131. Crane D.A., Hoffman J.M., Reyes M.R. Benefits of an exercise wellness program after spinal cord injury // *The journal of spinal cord medicine.* – 2017. – V.40 – N.2 – P.154-158. doi: 10.1179/2045772315Y.0000000038
132. Cripps R.A., Lee B.B., Wing P., Weerts E., Mackay J., Brown D. A global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: towards a living data repository for injury prevention // *Spinal cord.* – 2011. – V.49 – N.4 – P.493-501. doi: 10.1038/sc.2010.146
133. Crutcher KA, Gendelman HE, Kipnis J, et al. Debate: “Is Increasing Neuroinflammation Beneficial for Neural Repair? // *Jrnl. Neuroimmune Pharm.* – 2006. – N.1 – P.195–211. doi: 10.1007/s11481-006-9021-7.
134. Cup E.H., Scholte op Reimer W.J., Thijssen M.C., van Kuyk-Minis M.A. Reliability and validity of the Canadian Occupational Performance Measure in stroke patients // *Clin. Rehabil.* – 2003. – V.17 – N.4 – P.402-409. doi: 10.1191/0269215503cr635oa
135. Curt A., Dietz V. Nerve conduction study in cervical spinal cord injury: significance for hand function // *NeuroRehabilitation.* – 1996. – N.7 – P.165-173. doi: 10.3233/NRE-1996-7302
136. Curt A., Dietz V. Neurographic assessment of intramedullar motoneurone lesions in cervical spinal cord injury: Consequences for hand function // *Spinal Cord.* – 1996. – V.34 – N.6 – P.326-332. doi: 10.1038/sc.1996.60
137. Curt A, Weinhardt C, Dietz V. Significance of sympathetic skin response in the assessment of autonomic failure in patients with spinal cord injury // *J. Autonomic Nervous System.* – 1996. – V.61 – N.2 – P.175-180 doi: 10.1016/s0165-1838(96)00080-x

138. Curt A., Nitsche B., Rodic B., Schurch B., Dietz V. Assessment of autonomic dysreflexia in patients with spinal cord injury // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. – 1997. – V.62 – N.5 – P.473-477. doi: 10.1136/jnnp.62.5.473
139. Curt A., Keck M.E., Dietz V. Functional outcome following spinal cord injury: significance of motor-evoked potentials and ASIA scores // Arch. Phys. Med. Rehabil. 1998. – V.79 – N.1 – P.81-86. doi: 10.1016/s0003-9993(98)90213-1.
140. Curt A., Dietz V. Neurologic recovery in SCI // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1999. – V.80 – N5 – P.607-608. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90208-3
141. Curt A., Dietz V. Electrophysiological recordings in patients with spinal cord injury: significance for predicting outcome // Spinal Cord. – 1999. – V.37 – N.3 – P.157-165. doi: 10.1038/sj.sc.3100809.
142. Curt A., Schwab M.E., Dietz V. Providing the clinical basis for new interventional therapies: refined diagnosis and assessment of recovery after spinal cord injury // Spinal Cord. – 2004. – V.42 – N.1 – P.1-6. doi: 10.1038/sj.sc.3101558
143. Curt A., Van Hedel H.J.A., Klaus D., Dietz V. Recovery from a spinal cord injury: significance of compensation, neural plasticity, and repair // J. Neurotrauma. – 2008. – V.25 – N.6 – P.677-685. doi: 10.1089/neu.2007.0468
144. Curtin M. Development of a tetraplegic hand assessment and splinting protocol // Paraplegia. 1994. – V.32 – N.3 – P.159-169. doi: 10.1038/sc.1994.29
145. Curtin M. An analysis of tetraplegic hand grips // British journal of occupational therapy. – 1999. – V.62 – N.10 – P.444-450. doi:10/1177/030802269906201002
146. Curtis K.A., Drysdale G.A., Lanza R.D., Kolber M., Vitolo R.S., West R. Shoulder pain in wheelchair users with tetraplegia and paraplegia // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1999. – V.80 – N.4 – P.453-457. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90285-x
147. Curtis K.A., Tyner T.M., Zachary L., Lentell G., Brink D., Didyk T., Gean K., Hall J., Hooper M., Klos J., Lesina S., Pacillas B. Effect of a standard exercise protocol on shoulder pain in long-term wheelchair users // Spinal Cord. – 1999. – V.37 – N.6 – P.421-429. doi: 10.1038/sj.sc.3100860
148. Dahlberg A. Kotila M., Leppänen P., Kautiainen H., Alaranta H. Prevalence of spinal cord injury in Helsinki // Spinal Cord. –2005. – V.43 – N.1 – P.47-50. doi:10.1038/sj.sc.3101616 PMID:15520842
149. Davidoff G.N., Roth E.J., Richards J.S. Cognitive deficits in spinal cord injury: epidemiology and outcome // Arch. Phys. Med. Rehabil. –1992 – V.73 – N.3 – P.275-84
150. Davis S.E., Mulcahey M.J., Smith B.T., Betz R.R. Outcome of functional electrical stimulation in the rehabilitation of a child with C-5 tetraplegia // J. Spinal Cord Med. – 1999. – V.22 – N.2 – P.107-113. doi: 10.1080/10790268.1999.11719555

151. Davydov D.M., Shapiro D., Cook I. A., Goldstein I. Baroreflex mechanisms in major depression // *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry*. 2007. – V.31 – N.1– P.164-77. doi: 10.1016/j.pnpbp.2006.08.015
152. De Freitas G.R., Szpoganicz C., Ilha J. Does neuromuscular electrical stimulation therapy increase voluntary muscle strength after spinal cord injury? A Systematic Review // *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2018. – V.24 – N.1 – P.6-17. doi: 10.1310/sci16-00048
153. De Vargas Ferreira M.V., Varoto R., Azevedo Cacho E.W., Cliquet Jr. A. Relationship between function, strength and electromyography of upper extremities of persons with tetraplegia // *Spinal Cord*. – 2012.– V.50 – N.1 – P.28-32. doi: 10.1038/sc.2011.95
154. Dedding C., Cardol M., Eyssen I.C.J.M., Dekker J., Beelen A. Validity of the Canadian Occupational Performance Measure: a client-centred outcome measurement // *Clin. Rehabil.* – 2004. – V.18 – N.6 – P.660-667. doi: 10.1191/0269215504cr746oa
155. Dekleva B.M., Weiss J.M., Boninger M.L., Collinger J.L. Generalizable cursor click decoding using grasp-related neural transients // *J. Neural. Eng.* 2021. – V.18 – N.4 – P.10.1088/1741-2552/ac16b2. doi: 10.1088/1741-2552/ac16b2
156. DeVivo M.J., Kartus P.L., Rutt R.D., Stover S.L., Fine P.R. The influence of age at time of spinal cord injury on rehabilitation outcome // *Arch. Neurol.* – 1990. – V.47 – N.6 – P.687-691. doi: 10.1001/archneur.1990.00530060101026
157. DeVivo M.J., Krause J.S., Lammertse D.P. Recent trends in mortality and causes of death among persons with spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* –1999. – V.80 – N.11 – P.1411-1419. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90252-6
158. Di Rienzo F., Guillot A., Mateo S., Daligault S., Delpuech C., Rode G., Collet C. Neuroplasticity of imagined wrist actions after spinal cord injury: pilot study // *Experimental brain research*. 2015. – V.233 – N.1 – P.291-302. doi: 10.1007/s00221-014-4114-7
159. Dias P., Silva R., Amorim P., Laíns J., Roque E., Serôdio I., Potel M. Using virtual reality to increase motivation in poststroke rehabilitation // *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2019. – V.39 – N.1 – P.64-70. doi: 10.1109/MCG.2018.2875630
160. Dibble C.F., Javeed S., Khalifeh J.M., Midha R., Yang L.J.S., Juknis N., Ray W.R. Optimizing nerve transfer surgery in tetraplegia: clinical decision making based on innervation patterns in spinal cord injury // *J. Neurosurg. Spine*. – 2021. – V.36 – N.3 – P.498-508. doi: 10.3171/2021.6.SPINE21586
161. Dietz V., Curt A. Neurological aspects of spinal-cord repair: promises and challenges // *Lancet Neurol*. 2006. – V.5 – N.8 – P.688-694. doi: 10.1016/S1474-4422(06)70522-1
162. Dietz V. Neuronal plasticity after a human spinal cord injury: positive and negative effects // *Exp. Neurol*. 2012. – V.235 – N.1 – P.110-105. doi: 10.1016/j.expneurol.2011.04.007

163. Dijkers M.P. Individualization in quality of life measurement: instruments and approaches // Arch. Phys. Med. Rehabil. 2003. – V.84. – N.4 – P.3-14. doi: 10.1053/ apmr.2003.50241
164. Dijkers M.P. Quality of life of individuals with spinal cord injury: a review of conceptualization, measurement, and research findings // J. Rehabil. Res. Dev. 2005. – V.42 – N.3 – P.87-110. doi: 10.1682/jrrd.2004.08.0100
165. Diong J., Harvey L.A., Kwah L.K., Eyles J., Ling M.J., Ben M., Herbert R.D. Incidence and predictors of contracture after spinal cord injury--a prospective cohort study // Spinal Cord. –2012. – V.50 – N.8 – P.579-584. doi: 10.1038/sc.2012.2
166. DiPasquale-Lehnerz P. Orthotic intervention for development of hand function with C-6 quadriplegia // Am. J. Occup. Ther. 1994. – V.48 – N.2 – P.138-144. doi: 10.5014/ajot.48.2.138
167. Disantis A.Y, Piva S.R., Irrgang J.J. Standardized patient reported outcomes do not capture functional deficits of patients following contemporary total knee replacement: Descriptive study // J. Exerc. Sports Orthop. 2018. – V.5 – N.1 – P.10.15226/2374-6904/5/1/00167. doi: 10.15226/2374-6904/5/1/00167
168. Distel D.F., Amodeo M., Joshi S., Abramoff B.A. Cognitive dysfunction in persons with chronic spinal cord injuries // Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am. – 2020. – V.31 – N.3 – P.345-368. doi: 10.1016/j.pmr.2020.04.001
169. Ditor D.S., Kamath M.V., MacDonald M.J., Bugaresti J., McCartney N., Hicks A.L. Effects of body weight-supported treadmill training on heart rate variability and blood pressure variability in individuals with spinal cord injury // J. Appl. Physiol. – 2005. – V.98 – N.4 – P.1519-1525. doi: 10.1152/jappphysiol.01004.2004
170. Ditunno J.F., Sipski M.L., Posuniak E.A., Chen Y.T., Staas Jr. W.E., Herbison G.J. Wrist extensor recovery in traumatic quadriplegia // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1987. – V.68(5Pt1) – P.287-290.
171. Ditunno J.F. Jr, Stover S.L., Freed M.M. Motor recovery of the upper extremities in traumatic quadriplegia: a multicenter study // Arch. Phys. Med. Rehabil. 1992. – V.73 – N.5 – P.431-436
172. Ditunno J.F. The John Stanley Coulter Lecture. Predicting recovery after spinal cord injury: a rehabilitation imperative // Arch. Phys. Med. Rehabil. 1999. –V.80 – N.4 – P.361-364. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90270-8
173. Ditunno J.F., Cohen M.E., Hauck W.W. Recovery of upper-extremity strength in complete and incomplete tetraplegia: a multicenter study // Arch. Phys. Med. Rehab. 2000. – V.81 – N.4 – P.389-393. doi.org/10.1053/mr.2000.3779
174. Ditunno J.F., Little J.W., Tessler A., Burns A.S. Spinal shock revisited: a four-phase model // Spinal Cord. 2004. – V.42 – N.7 – P.383-395. doi: 10.1038/sj.sc.3101603

175. Ditunno J.F., Burns A.S., Marino R.J. Neurological and functional capacity outcome measures: essential to spinal cord injury clinical trials // *J. Rehabil. Res. Dev.* – 2005. – V.42 – N.3 – P.35-41. doi: 10.1682/jrrd.2004.08.0098.
176. Ditunno P.L., Patrick M., Stineman M., Ditunno J.F. Who wants to walk? Preferences for recovery after SCI: a longitudinal and cross-sectional study // *Spinal Cord.* – 2008. – V.46 – N.7 – P.500-506. doi: 10.1038/sj.sc.3102172.
177. Doig E., Fleming J., Kuipers P., Cornwell P.L. Clinical utility of the combined use of the Canadian occupational performance measure and goal attainment scaling // *Am. J. Occup Ther.* 2010. – V.64 – N.6 – P.904–914. doi: 10.5014/ajot.2010.08156
178. Doll U., Maurer-Burkhard B., Spahn B., Fromm B. Functional hand development in tetraplegia // *Spinal Cord.* 1998. – V.36 – N.12 – P.818-821. doi: 10.1038/sj.sc.3100706
179. Donati A.R., Shokur S., Morya E., Campos D.S.F. Long-term training with a brain-machine interface-based gait protocol induces partial neurological recovery in paraplegic patients // *Sci. Rep.* – 2016. – N.6 – P.30383. doi: 10.1038/srep30383
180. Donnelly C., Eng J.J., Hall J., Alford L., Giacchino R., Norton K., Kerr D.S. Client-centred assessment and the identification of meaningful treatment goals for individuals with a spinal cord injury // *Spinal Cord.* 2004. – V.42 – N.5 – P.302-307. doi: 10.1038/sj.sc.3101589
181. Drolet M., Noreau, L., Vachon, J., Moffet H. Muscle strength changes as measured by dynamometry following functional rehabilitation in individuals with spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1999. – V.80 – N.7 – P.791-800. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90229-0
182. Dryden D.M., Saunders L. D., Rowe B. H., May L. A., Yiannakoulis N., Svenson L.W., Schopflocher D.P., Voaklander D.C. Depression following traumatic spinal cord injury // *Neuroepidemiology.* – 2005 – V.25 – N.2 – P.55-61. doi: 10.1159/000086284
183. Duff J., Evans M.J., Kennedy P. Goal planning: a retrospective audit of rehabilitation process and outcome // *Clinical Rehabilitation.* – 2004. – V.18 – N.3 – P.275-286. doi: 10.1191/0269215504cr720oa
184. Dunkelberger N., Schearer E.M., O'Malley M.K. A review of methods for achieving upper limb movement following spinal cord injury through hybrid muscle stimulation and robotic assistance // *Exp. Neurol.* – 2020. – V.328 – P.113274. doi: 10.1016/j.expneurol.2020.113274
185. Dunn M., Love L., Ravesloot C. Subjective health in spinal cord injury after outpatient healthcare follow-up // *Spinal Cord.* – 2000. – V.38 – N.2 – P.84–91. doi: 10.1038/sj.sc.3100957
186. Duschek, S., Matthias, E., and Schandry, R. Essential hypotension is accompanied by deficits in attention and working memory // *Behav. Med.* – 2005. – V.30 – N.4 – P.149–158
187. Dwyer K.J., Mulligan H. Community reintegration following spinal cord injury: Insights for health professionals in community rehabilitation services in New Zealand // *New Zealand Journal of Physiotherapy.* – 2015. – V.43 – N.3 – P.75-85. doi 10.15619/NZJP/43.3.02

188. Dyson-Hudson T.A., Kirshblum S.C. Shoulder pain in chronic spinal cord injury, Part I: Epidemiology, etiology, and pathomechanics // *J. Spinal Cord Med.* – 2004 – V.27 – N.1 – P.4-17. doi: 10.1080/10790268.2004.11753724
189. Edgerton V.R.; Roy R.R. Robotic training and spinal cord plasticity. 2009. – V.78 – N.1 – P.4-12. doi: 10.1016/j.brainresbull.2008.09.018
190. Ekland M.B., Krassioukov A.V., McBride K.E., Elliott S.L. Incidence of autonomic dysreflexia and silent autonomic dysreflexia in men with spinal cord injury undergoing sperm retrieval: implications for clinical practice // *J. Spinal Cord Med.* – 2008. – V.31 – N.1 – P.33-39. doi: 10.1080/10790268.2008.11753978
191. Elliott S., Krassioukov A. Malignant autonomic dysreflexia in spinal cord injured men // *Spinal Cord.* 2006. – V.44 – N.6 – P.386-392. doi: 10.1038/sj.sc.3101847
192. Emamhadi M., Dogahe M. H., Gohritz A. Nerve transfers in tetraplegia: a review and practical guide // *J. Neurosurg Sci.* 2021. – V.65 – N.4 – P.431-441. doi: 10.23736/S0390-5616.21.05312-1.
193. Enabling occupation: an occupational therapy perspective. – Ottawa: Canadian Association of Occupational Therapists, 1997. – 210 p.
194. Eng J.J., Levins S.M., Townson A.F., Mah-Jones D., Bremner J., Huston G. Use of prolonged standing for individuals with spinal cord injuries // *Phys. Ther.* – 2001. – V.81 – N.8 – P.1392–1399. doi: 10.1093/ptj/81.8.1392
195. Eng J.J. Reime B. Exercise for depressive symptoms in stroke patients: a systematic review and meta-analysis // *Clin. Rehabil.* – 2014. – V.28 – N.8 – P.731–739. doi: 10.1177/0269215514523631
196. Eriks-Hoogland I.E., de Groot S., Post M.W., van der Woude L.H. Passive shoulder range of motion impairment in spinal cord injury during and one year after rehabilitation // *J. Rehabil. Med.* 2009. – V.41 – N.6 – P.438–444. doi: 10.2340/16501977-0355
197. Eser P., Schiessl H., Willnecker J. Bone loss and steady state after spinal cord injury: a cross-sectional study using pQCT // *J. Musculoskelet. Neuronal. Interact.* 2004. – V.4 – N.2 – P.197-198
198. Esnouf A., Wright P.A., Moore J.C., Ahmed S. Depth of penetration of an 850 nm wavelength low level laser in human skin // *Acupunct. Electrother. Res.* 2007. – V.32 – N.1-2 – P.81-86. doi: 10.3727/036012907815844165
199. Estenne M., Van Muylem A., Gorini M., Kinnear W., Heilporn A., De Troyer A. Effects of abdominal strapping on forced expiration in tetraplegic patients // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 1998. – V.157 – N.1 – P.95-98. doi: 10.1164/ajrccm.157.1.9701010.
200. Evans N., Wingo B., Sasso E., Hicks A., Gorgey A. S., Harness E. Exercise recommendations and considerations for persons with spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* –2015. – V.96 – N.9 – P.1749-1750. doi: 10.1016/j.apmr.2015.02.005

201. Faber R.A. Depression and spinal cord injury // *Neuroepidemiology*. 2005. – V.25 – N.2 – P.53-54. doi: 10.1159/000086283
202. Faghri P.D., Yount J.P., Pesce W.J., Seetharama S., Votto J.J. Circulatory hypokinesia and functional electric stimulation during standing in persons with spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* –2001. – V.82 – N.11 – P.1587-1595. doi: 10.1053/apmr.2001.25984
203. Falci S.P., Indeck C., Lammertse D.P. Posttraumatic spinal cord tethering and syringomyelia: surgical treatment and long-term outcome // *J. Neurosurg. Spine*. –2009. – V.11 – N.4 – P.445-460; doi: 10.3171/2009.4.SPINE09333
204. Fawcett J.W., Curt A., Steeves J.D., Coleman W.P., Tuszynski M.H., Lammertse D., Bartlett P.F. Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury as developed by the ICCP panel: spontaneous recovery after spinal cord injury and statistical power needed for therapeutic clinical trials // *Spinal Cord*. 2007. – V.45 – N.3 – P.190-205. doi: 10.1038/sj.sc.3102007
205. Fehlings M.G., Accaro A., Wilson J.R., Singh A., Cadotte D.W., Harrop J.S., Aarabi B., Shaffrey C., Dvorak M., Fisher C., Arnold P., Massicotte E.M., Lewis S., Rampersaud R. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the surgical timing in acute spinal cord injury study (STASCIS) // *PLoS One*. – 2012 – V.7 – N.2 – E.32037. doi: 10.1371/journal.pone.0032037
206. Figley S.A., Khosravi R., Legasto J.M., Tseng Y.F., Fehlings M.G. Characterization of vascular disruption and blood-spinal cord barrier permeability following traumatic spinal cord injury // *J. Neurotrauma*. – 2014. – V.31 – N.6 – P.541-552. doi: 10.1089/neu.2013.3034
207. Filous A.R., Schwab J.M. Determinants of axon growth, plasticity and regeneration in the context of spinal cord injury // *Am. J. Pathol.* 2018. – V.188 – N.1 – P.53-62. doi: 10.1016/j.ajpath.2017.09.005
208. Finnerup N.B. Neuropathic pain and spasticity: intricate consequences of spinal cord injury // *Spinal Cord*. – 2017. – V.55 – N.12 – P.1046-1050. doi: 10.1038/sc.2017.70
209. Florio J., Arnet U., Gemperli A., Hinrichs T. SwiSCI study group. Need and use of assistive devices for personal mobility by individuals with spinal cord injury // *J. Spinal Cord Med.* – 2016. – V. 39 – N.4 – P.461-470. doi: 10.1080/10790268.2015.1114228
210. Fonseca L., Tigra W., Navarro B., Guiraud D., Fattal C. Assisted grasping in individuals with tetraplegia: improving control through residual muscle contraction and movement. // *Sensors (Basel)*. – 2019. – V.19 – N.20 – P.4532. doi: 10.3390/s19204532
211. Fox I.K., Miller A.K., Curtin C.M. Nerve and tendon transfer surgery in cervical spinal cord injury: individualized choices to optimize function // *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* – 2018. – V.24 – N.3 – P.275–287. doi: 10.1310/sci2403-275
212. Freeman R., Wieling W., Axelrod F.B., Benditt D.G., Benarroch E., Biaggioni I., Cheshire W.P. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and

- the postural tachycardia syndrome // *Clin. Auton. Res.* – 2011. – V.21 – N.2 – P.69-72. doi: 10.1007/s10286-011-0119-5
213. Freund P., Weiskopf N., Ward N. S., Hutton C., Gall A., Ciccarelli O., Craggs M. Disability, atrophy and cortical reorganization following spinal cord injury // *Brain.* – 2011. – V.134 – N.6 – P.1610-1622. doi: 10.1093/brain/awr093
214. Freund P., Weiskopf N., Ashburner J., Wolf K., Sutter R., Altmann D.R. MRI investigation of the sensorimotor cortex and the corticospinal tract after acute spinal cord injury: a prospective longitudinal study // *Lancet Neurol.* – 2013. – V.12 – N.9 – P.873-881. doi: 10.1016/S1474-4422(13)70146-7
215. Fridén J., Gohritz A. Tetraplegia management update // *J. Hand Surg. Am.* – 2015. – V.40 – N.12 – P.2489-2500. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.06.003
216. Frontera J.E., Mollett P. Aging with spinal cord injury: An Update. // *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* – 2017. – V.28 – N.4 – P.821-828. doi: 10.1016/j.pmr.2017.06.013
217. Frotzler A., Cheikh-Sarraf B., Pourtehrani M., Krebs J., Lippuner K. Long-bone fractures in persons with spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 2015. – V.53 – N.9 – P.701-704. doi: 10.1038/sc.2015.74
218. Frullo J.M., Elinger J., Pehlivan A.U., Fitle K., Nedley K., Francisco G.E., Sergi F., O'Malley M.K. Effects of Assist-As-Needed upper extremity robotic therapy after incomplete spinal cord injury: A Parallel-group controlled trial // *Front Neurobot.* – 2017. – N.11 – E.26. doi: 10.3389/fnbot.2017.00026
219. Fujiwara T., Hara Y., Akaboshi K. Relationship between shoulder muscle strength and functional independence measure (FIM) score among C6 tetraplegics // *Spinal Cord.* – 1999. – V.37 – N.1 – P.58-61. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100715>
220. Furlan J.C., Fehlings M.G. Cardiovascular complications after acute spinal cord injury: pathophysiology, diagnosis, and management // *Neurosurg. Focus.* – 2008. – V.25 – N.5 – E13. doi: 10.3171/FOC.2008.25.11. E13
221. Furlan J.C., Sakakibara B.M., Miller W.C., Krassiokov A.V. Global incidence and prevalence of traumatic spinal cord injury // *Can. J. Neurol. Sci.* – 2013. – V.40 – N.4 – P.456-464. doi: 10.1017/s0317167100014530
222. Furusawa K., Tokuhira A., Sugiyama H., Ikeda A., Tajima F. Incidence of symptomatic autonomic dysreflexia varies according to the bowel and bladder management techniques in patients with spinal cord injury // *Spinal Cord.* 2011. – V.49 – N.1 – P.49-54. doi: 10.1038/sc.2010.94
223. Galeoto G., Berardi A., De Santis R., Valentini L.Di, Beccasio R., Marquez M.A. Validation and cross-cultural adaptation of the Van Lieshout test in an Italian population with cervical spinal cord

- injury: a psychometric study // *Spinal Cord Ser. Cases.* – 2018. – N.4 – E.49. doi: 10.1038/s41394-018-0083-6
224. Gao S.A, Ambring A., Lambert G., Karlsson A.K. Autonomic control of the heart and renal vascular bed during autonomic dysreflexia in high spinal cord injury // *Clin. Auton. Res.* – 2002. – V.12 – N.6 – P.457-464. doi: 10.1007/s10286-002-0068-0
225. García-Rudolph A., Cegarra B., Opisso E., Tormos J. M., Saurí J. Relationships between functionality, depression, and anxiety with community integration and quality of life in chronic traumatic spinal cord injury // *Am J Phys Med Rehabil.* 2021. – V.100 – N.9 – P. 840-850. doi: 10.1097/PHM.0000000000001773
226. Gater Jr D.R. Obesity after spinal cord injury // *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* – 2007. – V.18 – N.2 – P.333-351, vii. doi: 10.1016/j.pmr.2007.03.004
227. Gedde M.H., Lilleberg H.S., Aßmus J., Gilhus N.E., Rekand T. Traumatic vs non-traumatic spinal cord injury: A comparison of primary rehabilitation outcomes and complications during hospitalization // *J. Spinal Cord Med.* – 2019. – V.42 – N.6 – P.695-701. doi: 10.1080/10790268.2019.1598698
228. Gee C.M., Williams A.M., Sheel A.W., Eves N. D., West C.R. Respiratory muscle training in athletes with cervical spinal cord injury: effects on cardiopulmonary function and exercise capacity // *J. Physiol.* 2019. – V.597 – N.14 – P.3673-3685. doi: 10.1113/JP277943
229. Gefen J.Y., Gelmann A.S., Herbison G.J., Cohen M.E., Schmidt R.R. Use of shoulder flexors to achieve isometric elbow extension in C6 tetraplegic patients during weight shift // *Spinal Cord.* – 1997. – V.35 – N.5 – P.308-313. doi: 10.1038/sj.sc.3100374
230. Geisler F.H., Coleman W.P., Grieco G., Poonian D. Measurements and recovery patterns in a multicenter study of acute spinal cord injury // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2001. – V.15 – N.26(24 Suppl) – P.68-86. doi: 10.1097/00007632-200112151-00014
231. Gemperli A., Brach M., Debecker I., Eriks-Hoogland I., Scheel-Sailer A., Ronca E. Utilization of health care providers by individuals with chronic spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 2021. – V.59 – N.4 – P.373-380. doi: 10.1038/s41393-021-00615-7
232. Geyh S., Nick E., Stirnimann D. Self-efficacy and self-esteem as predictors of participation in spinal cord injury--an ICF-based study // *Spinal Cord.* – 2012. – V.50 – N.9 – P.699–706. doi: 10.1038/sc.2012.18
233. Ghajarzadeh M., Foroushani A.R., Nedjat S., Sheikhezadei A, Saberi H. Survival analysis in patients with chronic traumatic spinal cord injury // *Iran J. Public Health.* – 2019. – V.48 – N.12 –P.2260-2269
234. Giangregorio L., McCartney N. Bone loss and muscle atrophy in spinal cord injury: epidemiology, fracture prediction and rehabilitation strategies // *J. Spinal Cord Med.* – 2006. – V.29 – N.5 – P.489–500. doi: 10.1080/10790268.2006.11753898

235. Gillis D.J., Wouda M., Hjeltne N. Non-pharmacological management of orthostatic hypotension after spinal cord injury: a critical review of the literature // *Spinal Cord*. – 2008. – V.46 – N.10 – P. 652-659. doi: 10.1038/sc.2008.48
236. Ginis K.A.M., Jetha A., Mack D.E., Hetz S.P. Physical activity and subjective well-being among people with spinal cord injury: a meta-analysis // *Spinal Cord*. – 2010. – V.48 – N.1 – P.65-72. doi: 10.1038/sc.2009.87
237. Ginis K.A.M., Van der Scheer J.W., Latimer-Cheung A.E. Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: an update and a new guideline // *Spinal Cord*. – 2018. – V.56 – N.4 – P.308–321. doi.org/10.1038/s41393-017-0017-3
238. Glinsky J., Harvey L., van Es P., Chee S., Gandevia S.C. The addition of electrical stimulation to progressive resistance training does not enhance the wrist strength of people with tetraplegia: a randomized controlled trial // *Clin Rehabil*. – 2009. – V.23 – N.8 – P.696-704. doi: 10.1177/0269215509104171
239. Goh M.Y., Millard M.S., Wong E.C.K., Berlowitz D.J. Graco M., Schembris R.M., Brown, D.J. Frauman A.G., Callaghan C.J. Comparison of diurnal blood pressure and urine production between people with and without chronic spinal cord injury // *Spinal Cord*. – 2018. – V.56 – N.9 – P.847–855; <https://doi.org/10.1038/s41393-018-0081-3>
240. Gregersen H., Lybæk M., Johannesen I.L., Leicht P., Nissen U.V., Biering-Sørensen F. Satisfaction with upper extremity surgery in individuals with tetraplegia // *J. Spinal Cord Med*. – 2015. – V.38 – N.2 – P.161-169. doi: 10.1179/2045772314Y.0000000259
241. Greiner N., Barra B., Schiavone G., Lorach H., James N. Recruitment of upper-limb motoneurons with epidural electrical stimulation of the cervical spinal cord // *Nat. Commun*. 2021. – V.12 – N.1 – P.435. doi: 10.1038/s41467-020-20703-1
242. Gupta S., Jaiswal A., Norman K., DePaul V. Heterogeneity and its impact on rehabilitation outcomes and interventions for community reintegration in people with spinal cord injuries: An Integrative review // *Top Spinal Cord Inj. Rehabil*. – 2019. – V.25 – N.2 – P.164–185. doi: 10.1310/sci2502-164
243. Gustafsson L., Mitchell G., Fleming J., Price G. Clinical utility of the Canadian Occupational Performance Measure in spinal cord injury rehabilitation // *British Journal of Occupational Therapy*. – 2012. – V.75 – N.7 – P.337-342. doi: 10.4276/030802212X13418284515910
244. Haas B., Playford E.D., Ahmad A.Q, Yildiran T., Gibbon A.J., Freeman J.A. Rehabilitation goals of people with spinal cord injuries can be classified against the International Classification of Functioning, Disability and Health Core Set for spinal cord injuries // *Spinal Cord*. – 2016. – V.54 – N.4 – P.324-328. doi: 10.1038/sc.2015.155
245. Haisma J.A., Bussmann J.B., Stam H.J., Sluis T.A., Bergen M.P., Dallmeijer A.J., van der Woude L.H. Changes in physical capacity during and after inpatient rehabilitation in subjects with a spinal

- cord injury // Arch. Phys. Med. Rehabil. 2006. – V.87 – N.6 – P.741-748. doi: 10.1016/j.apmr.2006.02.032
246. Hall K.M., Cohen M.E., Wright J., Call M., Werner P. Characteristics of the functional independence measure in traumatic spinal cord injury // Arch Phys Med Rehabil. 1999. – V.80 – N.11 – P.471-476; doi: 10.1016/s0003-9993(99)90260-5
247. Hammad R., Furbish C., Sweatman W.M., Field-Fote E.C. Lymphedema techniques to manage edema after SCI: a retrospective analysis // Spinal Cord. 2018. – V.56 – N.12 – P.1158-1165. doi: 10.1038/s41393-018-0141-8
248. Hamou C., Shah N.R., DiPonio L., Curtin C.M. Pinch and elbow extension restoration in people with tetraplegia: a systematic review of the literature // J. Hand Surg. Am. – 2009. – V.34 – N.4 – P.692-699. doi: 10.1016/j.jhsa.2008.12.002
249. Hansen R.M., Krogh K., Sundby J., Krassioukov A., Hagen E.M. Postprandial hypotension and Spinal Cord Injury // J. Clin. Med. – 2021. – N.10 – P.1417. doi: 10.3390/jcm10071417
250. Hansen T.W., Li Y., Boggia J., Thijs L., Richart T., Staessen J.A. Predictive role of the nighttime blood pressure // Hypertension. – 2011. – V.57 – N.1 – P.3-10. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.133900
251. Hara A.C.P., Aching N.C., Marques L.M., Fregni F., Battistella L.R., Simis M. Clinical and demographic predictors of symptoms of depression and anxiety in patients with spinal cord injury // Spinal Cord. – 2022. – V.60 – N.12 – P.1123-1129. doi: 10.1038/s41393-022-00831-9
252. Hardwick D., Bryden A., Kubec G., Kilgore K. Factors associated with upper extremity contractures after cervical spinal cord injury: A pilot study // J. Spinal Cord Med. – 2018. – V.41 – N.3 – P.337-346. doi: 10.1080/10790268.2017.1331894
253. Harkema S.J., Ferreira C.K., Van den Brand R.J., Krassioukov A.V. Improvements in orthostatic instability with stand locomotor training in individuals with spinal cord injury // J. Neurotrauma. – 2008. – V.25 – N.12 – P.1467-1475. doi: 10.1089/neu.2008.0572
254. Harnett A., Rice D., McIntyre A., Mehta S., Iruthayarajah J, Benton B, Teasell RW, Loh E. Upper limb rehabilitation following spinal injury cord. // Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence. – 2019. Version 6.0: p. p.1-134. <https://scireproject.com/evidence/upper-limb/introduction/>
255. Hart N., Laffont I., Sota A.P.D. Respiratory effects of combined truncal and abdominal support in patients with spinal cord injury // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2005. – V.86 – N.7 – P.1447–1451. doi: 10.1016/j.apmr.2004.12.025
256. Harvey L. Principles of conservative management for a non-orthotic tenodesis grip in tetraplegics // J. Hand Ther. – 1996. – V.9 – N.3 – P.238-242. doi:10.1016/s0894-1130(96)80087-1
257. Harvey L.A., Crosbie J. Weight bearing through flexed upper limbs in quadriplegics with paralyzed triceps brachii muscles // Spinal Cord. –1999. – V.37 – N.11 – P.780-785. doi: 10.1038/sj.sc.3100919

258. Harvey L.A., Batty J., Jones R., Crosbie J. Hand function of C6 and C7 tetraplegics 1-16 years following injury // *Spinal Cord*. 2001. – V.39 – N.1 – P.37-43. doi: 10.1038/sj.sc.3101101
259. Harvey L.A., Herbert R D Muscle stretching for treatment and prevention of contracture in people with spinal cord injury // *Spinal Cord*. – 2002. – V.40 – N.1 – P.1-9. doi: 10.1038/sj.sc.3101241
260. Harvey L., Baillie R., Bronwyn R., Simpson D., Pironello D., Glinsky J. Does three months of nightly splinting reduce the extensibility of the flexor pollicis longus muscle in people with tetraplegia? // *Physiother. Res. Int.* – 2007. – V.12 – N.1 – P.5-13. doi: 10.1002/pri.346
261. Harvey L., Herbert R. D., Stadler M. Effect of wrist position on thumb flexor and adductor torques in paralysed hands of people with tetraplegia // *Clin. Biomech (Bristol, Avon)*. – 2010. – V.25 – N.3 – P.194-198. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2009.11.010
262. Harvey L.A., Glinsky J.A., Katalinic O.M., Ben M. Contracture management for people with spinal cord injuries // *NeuroRehabilitation*. – 2011. – V.28 – N.1 – P.17-20. doi: 10.3233/NRE-2011-0627
263. Harvey L.A., Glinsky J.V., Bowden J.L. The effectiveness of 22 commonly administered physiotherapy interventions for people with spinal cord injury: a systematic review // *Spinal Cord*. – 2016. – V.54 – N.11 – P.914-923. doi: 10.1038/sc.2016.95
264. Harvey L.A., Dunlop S.A., Churilov L. Galea M.P. Early intensive hand rehabilitation is not more effective than usual care plus one-to-one hand therapy in people with sub-acute spinal cord injury ('Hands On'): a randomized trial // *J. Physiother.* 2017. – V.63 – N.4 – P.197-204. doi: 10.1016/j.jphys.2017.08.005
265. Hashmi J.T., Huang Y.Y., Sharma S.K., Kurup D.B., De Taboada L, Carroll J.D., Hamblin M.R. Effect of pulsing in low-level light therapy lasers // *Surg. Med.* – 2010. – V.42 – N.6 – P.450–466. doi: 10.1002/lsm.20950
266. Hattori S., Kawai K., Mabuchi Y., Shibayama M. The relationship between magnetic resonance imaging and quantitative electromyography findings in patients with compressive cervical myelopathy // *Spine*. – 2010. – V.35 – N.8 – P.290-294. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c84700
267. Hauger A.V., Reiman M.P., Bjordal J.M., Sheets C., Ledbetter L., Goode A.P. Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery // *Knee Surg Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2018. – V.26 – N.2 – P.399-410. doi: 10.1007/s00167-017-4669-5
268. Hayes K.C., Hull T.C.L., Delaney G.A., Potter P.J., Sequeira K.A.J., Campbell K., Popovich P.G. Elevated serum titers of proinflammatory cytokines and CNS autoantibodies in patients with chronic spinal cord injury // *J. Neurotrauma*. – 2002. – V.19 – N.6 – P.753-761. doi: 10.1089/08977150260139129

269. Heald E, Hart R, Kilgore K, Peckham PH. Characterization of volitional electromyographic signals in the lower extremity after motor complete spinal cord injury // *Neurorehabil. Neural. Repair.* – 2017. – V.31 – N.6 – P.583–591. doi: 10.1177/1545968317704904
270. Helkowski W.M., Ditunno Jr.J.F., Boninger M. Autonomic dysreflexia: incidence in persons with neurologically complete and incomplete tetraplegia // *J. Spinal Cord Med.* – 2003. – V.26 – N.3 – P.244-247. doi: 10.1080/10790268.2003.11753691
271. Hennessey W.J., Falco F.J.E., Braddom R.L. Median and ulnar nerve conduction studies: normative data for young adults // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1994. – V.75 – N.3 – P.259-264. doi: 10.1016/0003-9993(94)90025-6
272. Herrmann K.H., Kirchberger I., Stucki G., Cieza A. The comprehensive ICF core sets for spinal cord injury from the perspective of occupational therapists: a worldwide validation study using the Delphi technique // *Spinal Cord.* – 2011. – V.49 – N.5 – P.600-613. doi: 10.1038/sc.2010.168
273. Hertig-Godeschalk A., Gemperli A., Arnet U., Hinrichs T.; SwiSCI study group. Availability and need of home adaptations for personal mobility among individuals with spinal cord injury // *J. Spinal Cord Med.* – 2018. – V.41 – N.1 – P.91-101. doi: 10.1080/10790268.2017.1308995
274. Hetz S.P., Latimer A.E., Ginis K.A.M. Activities of daily living performed by individuals with SCI: relationships with physical fitness and leisure time physical activity // *Spinal Cord.* – 2009. – V.47 – N.7 – P.550-554. doi: 10.1038/sc.2008.160
275. Hicks A L, Martin K A, Ditor D S, Latimer A E, Craven C, Bugaresti J, McCartney N. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being // *Spinal Cord.* – 2003. – V.41 – N.1 – P.34-43. doi: 10.1038/sj.sc.3101389
276. Hicks A.L., Ginis K.A.M., Pelletier C.A., Ditor D.S., Foulon B., Wolfe D.L. The effects of exercise training on physical capacity, strength, body composition and functional performance among adults with spinal cord injury: a systematic review // *Spinal Cord.* – 2011. – V.49 – N.11 – P.1103-1127. doi: 10.1038/sc.2011.62
277. Hill M.R., Noonan V.K., Sakakibara B.M., Miller W.C. SCIRE Research Team. Quality of life instruments and definitions in individuals with spinal cord injury: a systematic review // *Spinal Cord.* – 2010. – V.48 – N.6 – P.438-450; doi:10.1038/sc.2009.164
278. Hirayama T., Tsubokawa T., Maejima S. Clinical assessment of the prognosis and severity of spinal cord injury using corticospinal motor evoked potentials. In: Shimoji K., Kurokawa T., Tamaki T., Willis W.D. (eds) *Spinal Cord Monitoring and Electrodiagnosis*. Heidelberg, Springer, 1991, 503-510p.
279. Hitzig S.L. Secondary health complications in an aging Canadian spinal cord injury sample // *Am. J. of Phys. Med. and Rehab.* – 2008. – V.87 – N.7 – P.545-555. doi: 10.1097/PHM.0b013e31817c16d6

280. Hoffman G., Laffont I., Hanneton S., Roby-Brami A. How to extend the elbow with a weak or paralyzed triceps: control of arm kinematics for aiming in C6–C7 quadriplegic patients // *Neuroscience*. – 2006. – V.139 – N.2 – P.749–765. doi: 10.1016/j.neuroscience.2005.12.018
281. Hoffman H, Sierro T, Niu T, Sarino M E., Sarrafzadeh M, McArthur D, Edgerton V. R, Lucor D C. Rehabilitation of hand function after spinal cord injury using a novel handgrip device: a pilot study // *J. Neuroeng. Rehabil.* – 2017. – V.14 – P.22. doi:10.1186/s12984-017-0234-1
282. Hoffman L., Field-Fote E. Effects of practice combined with somatosensory or motor stimulation on hand function in persons with spinal cord injury. // *Topics in spinal cord injury rehabilitation*. – 2013. – V.19 – N.4 – P.288-299. doi: 10.1310/sci1904-288
283. Hogel F., Mach O., Maier D. Functional outcome of patients 12 and 48 weeks after acute traumatic tetraplegia and paraplegia: data analysis from 2004-2009 // *Spinal Cord*. – 2012. – V.50 – N.7 – P.517-520. doi: 10.1038/sc.2011.171
284. Holtz K.A., Lipson R., Noonan V.K., Kwon B.K., Mills P.B. Prevalence and effect of problematic spasticity after traumatic spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2017. – V.98 – N.6 – P.1132-1138. doi: 10.1016/j.apmr.2016.09.124
285. Hopman M.T., Dueck C., Monroe M., Philips W.T., Skinner J.S. Limits to maximal performance in individuals with spinal cord injury // *Int. J. Sports Med.* 1998. – V.19 – N.2 – P.98-103. doi: 10.1055/s-2007-971889
286. Hosseini S.M., Oyster M.L., Kirby R.L., Harrington A.L., Boninger M.L. Manual wheelchair skills capacity predicts quality of life and community integration in persons with spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2012. – V.93 – N.12 – P.2237-2243. doi: 10.1016/j.apmr.2012.05.021
287. Houtman S., Thielen J.J., Binkhorst R.A., Hopman M.T. Effect of a pulsating anti-gravity suit on peak exercise performance in individual with spinal cord injuries // *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* – 1999. – V.79 – N.2 – P.202–204. doi: 10.1007/s004210050496
288. Houtman S., Colier W.N., Oeseburg B., Hopman M.T. Systemic circulation and cerebral oxygenation during head-up tilt in spinal cord injured individuals // *Spinal Cord*. – 2000. – V.38 – N.3 – P.158-163, doi: 10.1038/sj.sc.3100970
289. Howlett O.A., Lannin N.A., Ada L., McKinstry C. Functional electrical stimulation improves activity after stroke: a systematic review with meta-analysis // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2015. – V.96 – N.5 – P.934-943. doi: 10.1016/j.apmr.2015.01.013
290. Huang J., Barzallo D. P., Rubinelli S., Münzel N., Brach M., Gemperli A. Professional home care and the objective care burden for family caregivers of persons with spinal cord injury: Cross sectional survey // *International Journal of Nursing Studies Advances*. – 2021. V.3 – N.11 – P.100014. doi.org/10.1016/j.ijnsa.2020.100014

291. Hubli M., Krassioukov A.V. Ambulatory blood pressure monitoring in spinal cord injury: clinical practicability // *J. Neurotrauma*. – 2014. – V.31 – N.9 – P.789-797. doi: 10.1089/neu.2013.3148
292. Hubli M., Gee C.M., Krassioukov A.V. Refined assessment of blood pressure instability after spinal cord injury // *Am. Journal of Hypertension*. – 2015. – V.28 – N.2 – P.173–181. doi: 10.1093/ajh/hpu122
293. Hutchinson M.J., Goosey-Tolfrey V.L. Rethinking aerobic exercise intensity prescription in adults with spinal cord injury: time to end the use of "moderate to vigorous" intensity? // *Spinal Cord*. – 2022. – V.60 – N.6 – P.484-490 // doi: 10.1038/s41393-021-00733-2
294. Illman A, Stiller K, Williams M. The prevalence of orthostatic hypotension during physiotherapy treatment in patients with an acute spinal cord injury // *Spinal Cord*. – 2000. – V.38 – N.12 – P.741–747. doi: 10.1038/sj.sc.3101089
295. Inoue K., Miyake, S., Kumashiro M., Ogata H., Ueta T., Akatsu T. Power spectral analysis of blood pressure variability in traumatic quadriplegic humans // *Am. Journal of Physiology*. – 1991. – V.260 – N.3-2 – P.842–847. doi: 10.1152/ajpheart.1991.260.3.H842
296. Inskip J.A., Lucci V-E. M., McGrath M.S., Willms R., Claydon V.E. A Community perspective on bowel management and quality of life after spinal cord Injury: The influence of autonomic dysreflexia // *J. Neurotrauma*. – 2018. – V.35 – N.9 – P.1091-1105. doi: 10.1089/neu.2017.5343
297. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). – Geneva: WHO, 2001. – 311p.
298. Iwahashi, K., Hayashi, T., Watanabe, R., Nishimura, A., Ueta, T., Maeda, T., & Shiba, K. Effects of orthotic therapeutic electrical stimulation in the treatment of patients with paresis associated with acute cervical spinal cord injury: A randomized control trial // *Spinal cord*. – 2017. – V.55 – N.12 – P.1066-1070. doi: 10.1038/sc.2017.74
299. Jackson A.B., Dijkers M., DeVivo M.J., Poczatek R.B. A demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years // *Arch. Phys. Med. Rehabil*. – 2004. – V.85 – N.11 – P.1740-1748. doi: 10.1016/j.apmr.2004.04.035
300. James N.D., McMahon S.B, Field-Fote E.C., Bradbury E.J. Neuromodulation in the restoration of function after spinal cord injury // *Lancet Neurol*. – 2018. – V.17 – N. 10 – P.905-917. doi: 10.1016/S1474-4422(18)30287-4
301. Javeed S., Greenberg J.K., Zhang J.K., Plog B., Dibble C.F., Benedict B., Botterbush K. Association of upper-limb neurological recovery with functional outcomes in high cervical spinal cord injury // *J. Neurosurg. Spine*. – 2023. – V.39 – N.3 – P.355-362. doi: 10.3171/2023.4.SPINE2382
302. Johanson M.E., Murray W.M. The unoperated hand: the role of passive forces in hand function after tetraplegia // *Hand Clin*. – 2002. – V.18 – N.3 – P.391-398. doi: 10.1016/s0749-0712(02)00035-5

303. Jones L.A.T, Bryden A., Wheeler T.L. Considerations and recommendations for selection and utilization of upper extremity clinical outcome assessments in human spinal cord injury trials // *Spinal Cord*. – 2018. – V.56 – N.5 – P.414-425. doi: 10.1038/s41393-017-0015-5
304. Jung H.Y., Lee J., Shin H.I. The natural course of passive tenodesis grip in individuals with spinal cord injury with preserved wrist extension power but paralyzed fingers and thumbs // *Spinal Cord*. – 2018. – V.56 – N.9 – P.900-906. doi: 10.1038/s41393-018-0137-4
305. Kakebeeke T., Hofer P., Frotzler A., Lechner H., Hunt K., Perret C. Training and detraining of a tetraplegic subject: high-volume FES cycle training // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2008. – V.87 – N.1 – P.56-64. doi: 10.1097/PHM.0b013e31815b2738
306. Kalra D.K., Raina A., Sohal S. Neurogenic orthostatic hypotension: state of the art and therapeutic strategies // *Clin. Med. Insights Cardiol.* 2020. – V.30:14 – E.1179546820953415. doi: 10.1177/1179546820953415
307. Kalsi-Ryan S., Verrier M.C. A synthesis of best evidence for the restoration of upper-extremity function in people with tetraplegia // *Physiother. Can.* – 2011. – V.63 – N.4 – P.474-489. doi: 10.3138/ptc.2009-46
308. Kamper D., Barin K., Parnianpour M., Reger S., Weed H. Preliminary investigation of the lateral postural stability of spinal cord-injured individuals subjected to dynamic perturbations // *Spinal Cord*. – 1999. – V.37 – N.1 – P.40-46. doi: 10.1038/sj.sc.3100747
309. Kang Y, Ding H, Zhou H, et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review // *Journal of Neurorestoratology*. 2018. – V.6 – N.1 – P.1-9. doi.org/10.2147/JN.S143236
310. Karamian B.A., Siegel N., Nourie B., Serruya M.D., Heary R.F. The role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury // *J. Orthop. Traumatol.* – 2022. – V.23 – N.1 – P.2. doi: 10.1186/s10195-021-00623-6
311. Karlsson A.K., Friberg P., Lönnroth P., Sullivan L., Elam M. Regional sympathetic function in high spinal cord injury during mental stress and autonomic dysreflexia // *Brain*. – 1998. – V.121 – N.9 – P.1711-1719
312. Karlsson A.K. Autonomic dysreflexia // *Spinal Cord*. – 1999. – V.37 – N.6 – P.383-391. doi:10.1038/sj.sc.3100867
313. Kazim S.F., Bowers C.A., Cole C.D, Varela S., Karimov Z., Martinez E., Ogulnick J., Schmidt M.H. Corticospinal motor circuit plasticity after spinal cord injury: harnessing neuroplasticity to improve functional outcomes // *Mol. Neurobiol.* – 2021. – V.58 – N.11 – P.5494-5516. doi: 10.1007/s12035-021-02484-w
314. Kee J.H., Han J.H., Moon C.W., Cho K.H. Cerebral autoregulation during postural change in patients with cervical spinal cord injury - a carotid duplex ultrasonography study // *Diagnostics (Basel)*. – 2021. – V.11 – N.8 – P.1321. doi: 10.3390/diagnostics11081321

315. Kennedy P, Lude P, Taylor N. Quality of life, social participation, appraisals and coping post spinal cord injury: a review of four community samples // *Spinal Cord*. – 2006. – V.44 – N.2 – P.95–105. doi: 10.1038/sj.sc.3101787
316. Kerk J.K., Clifford P.S., Snyder A.C., Prieto T.E., O'Hagan K.P., Schot P.K., Myklebust J.B., Myklebust B.M. Effect of an abdominal binder during wheelchair exercise // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1995. – V.27 – N.6 – P.913–919
317. Khadour F.A., Khadour Y.A., XinLi C., Xu T Epidemiology features of traumatic and nontraumatic spinal cord injury in China, Wuhan. // *Sci Rep*. – 2024. – V.14 – N.1 – P.1640. doi:10.1038/s41598-024-52210-4
318. Kilgard M.P., Merzenich M.M. Cortical map reorganization enabled by nucleus basalis activity. *Science*. – 1998. – V.279(5357) – P.1714-1718. doi: 10.1126/science.279.5357.1714.
319. Kim J.H., Park E.Y. The factor structure of the center for epidemiologic studies depression scale in stroke patients // *Top Stroke Rehabil.* – 2012. – V.19 – N.1 – P.54–62. doi: 10.1310/tsr1901-54
320. Kirchberger I., Cieza A., Biering-Sørensen F., Baumberger M., Charlifue S., Post M.W. ICF Core Sets for individuals with spinal cord injury in the early post-acute context // *Spinal Cord*. – 2010. – V.48 – N.4 – P.297–304. doi: 10.1038/sc.2009.128
321. Kirshblum S., Lim S., Garstang S., Millis S. Electrodiagnostic changes of the lower limbs in subjects with chronic complete cervical spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2001. – V.82 – N.5 – P.604–607. doi: 10.1053/apmr.2001.22348
322. Kirshblum S.C., House J.G., O'connor K.C. Silent autonomic dysreflexia during a routine bowel program in persons with traumatic spinal cord injury: a preliminary study // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2002. – V.83 – N.12 – P.1774-1776. doi: 10.1053/apmr.2002.36070
323. Kirshblum S, Millis S, McKinley W, Tulskey D. Late neurologic recovery after traumatic spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2004. – V.85 – N.11. – P.1811–1817. doi: 10.1016/j.apmr.2004.03.015. doi: 10.1016/j.apmr.2004.03.015
324. Kirshblum S., Fichtenbaum J. Breaking the News in Spinal Cord Injury // *J. Spinal Cord Med.* – 2008. – V.31 – N.1 – P.7–12. doi: 10.1080/10790268.2008.11753975
325. Kirshblum S.C., Burns S.P., Biering-Sorensen F., Donovan W., Graves D.E., Jha A., Johansen M., Jones L., Krassioukov A., Mulcahey M.J., Schmidt-Read M., Waring W. International standards for neurological classification of spinal cord injury (Revised 2011) // *J. Spinal Cord Med.* – 2011. – V.34 – N.6 – P.535–546. doi.org/10.1179/ 204577211X13207446293695
326. Kirshblum S., Snider B., Eren F., Guest J. Characterizing natural recovery after traumatic spinal cord injury // *J. Neurotrauma*. – 2021. – V.38 – N.9 – P.1267-1284. doi: 10.1089/neu.2020.7473
327. Kirshblum S., Botticello A., Benedetto J., Eren F., Donovan J., Marino R. Characterizing natural recovery of people with initial motor complete tetraplegia // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2022. – V.103 – N.4 – P.649-656. doi: 10.1016/j.apmr.2021.09.018

328. Kitago T., Krakauer J.W. Motor learning principles for neurorehabilitation // *Handb Clin. Neurol.* – 2013. – V.110 – P.93-103. doi: 10.1016/B978-0-444-52901-5.00008-3.
329. Knutson J.S., Fu M.J., Sheffler L.R., Chae J. Neuromuscular electrical stimulation for motor restoration in hemiplegia // *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* – 2015. – V.26 – N.4 – P.729-745. doi: 10.1016/j.pmr.2015.06.002
330. Koch-Borner S., Bersch U., Grether S., Fridén J., Schibli S., Bersch I. Different thumb positions in the tetraplegic hand // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2024. – V.105 – N.1 – P.75-81. doi: 10.1016/j.apmr.2023.06.014.
331. Koh G.C.H., Chen C.H., Petrella R., Thind A. Rehabilitation impact indices and their independent predictors: a systematic review // *BMJ Open.* – 2013. – V.3 – N.9 – P.e003483. doi: 10.1136/bmjopen-2013-003483
332. Koh J., Brown T.E., Beightol L.A., Ha C.Y., Eckberg D.L. Human autonomic rhythms: vagal cardiac mechanisms in tetraplegic subjects // *J. Physiol.* – 1994. – V.474 – N.3 – P.483-495. doi: 10.1113/jphysiol.1994.sp020039
333. Kohlmeyer K.M., Hill J.P., Yarkony G.M., Jaeger R.J. Electrical stimulation and biofeedback effect on recovery of tenodesis grasp: a controlled study // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1996. – V.77 – N.7 – P.702-726. doi: 10.1016/s0003-9993(96)90011-8
334. Kramer J.L.K., Lammertse D.P., Schubert M., Curt A., Steeves J.D. Relationship between motor recovery and independence after sensorimotor-complete cervical spinal cord injury. // *Neurorehabil. Neural. Repair.* – 2012. – V.26 – N.9 – P.1064-1071. doi: 10.1177/1545968312447306
335. Krassioukov A.V., Bunge R.P., Pucket W.R., Bygrave M.A. The changes in human spinal sympathetic preganglionic neurons after spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 1999. – V.37 – N.1 – P.6-13. doi: 10.1038/sj.sc.3100718
336. Krassioukov A.V., Furlan J.C., Fehlings M.G. Autonomic dysreflexia in acute spinal cord injury: an under-recognized clinical entity // *J. Neurotrauma.* – 2003. – V.20 – N.8 – P.707-716. doi: 10.1089/089771503767869944
337. Krassioukov A.V., Harkema S.J. Effect of harness application and postural changes on cardiovascular parameters of individuals with spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 2006. – V.44 – N.12 – P.780-786. doi: 10.1038/sj.sc.3101952
338. Krassioukov A.V., Karlsson A.K., Wecht J.M., Wuermser L.A., Mathias C.J., Marino R.J. Assessment of autonomic dysfunction following spinal cord injury: rationale for additions to International Standards for Neurological Assessment // *J. Rehabil. Res. Dev.* – 2007. – V.44 – N.1 – P.103 –112. doi: 10.1682/jrrd.2005.10.0159
339. Krassioukov A.V., Eng J.J., Warburton D.E., Teasell R.; Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence Research Team. A systematic review of the management of orthostatic hypotension after

- spinal cord injury // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2009. – V.90 – N.5 – P.876-885. doi: 10.1016/j.apmr.2009.01.009
340. Krassioukov A.V., Warburton D.E., Teasell R., Eng J.J.; Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence Research Team. A systematic review of the management of autonomic dysreflexia after spinal cord injury // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2009. – V.90 – N.4 – P.682-695. doi: 10.1016/j.apmr.2008.10.017
341. Krassioukov A., Biering-Sørensen F., Donovan W., Kennelly M., Kirshblum S. International standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury. Autonomic Standards Committee of the American Spinal Injury Association/International Spinal Cord Society // J. Spinal Cord Med. – 2012. – V.35 – N.4 – P.201-210. doi: 10.1179/1079026812Z.000000000053
342. Krassioukov A.V., Linsenmeyer T.A., Beck L.A., Elliott S., Gorman P., Kirshblum S., Vogel L. Evaluation and management of autonomic dysreflexia and other autonomic dysfunctions: preventing the highs and lows: management of blood pressure, sweating, and temperature dysfunction // Top Spinal Cord Inj. Rehabil. – 2021. – V.27 – N.2 – P.225-290. doi: 10.46292/sci2702-225
343. Krause J.S. Aging after spinal cord injury: an exploratory study // Spinal Cord. – 2000. – V.38 – N.2 – P.77-83. doi: 10.1038/sj.sc.3100961
344. Krueger H., Noonan V.K., Trenaman L.M., Joshi P., Rivers C.S. The economic burden of traumatic spinal cord injury in Canada // Chronic Dis. Inj. Can. – 2013. – V.33 – N.3 – P.113-122.
345. Kruger E.A., Pires M., Ngann Y., Sterling M., Rubayi1 S. Comprehensive management of pressure ulcers in spinal cord injury: Current concepts and future trends // J. Spinal Cord Med. 2013. – V.36 – N.6 – P.572–585. doi: 10.1179/2045772313Y.00000000093
346. Kumar S., Dey S., Jain S. Extremely low-frequency electromagnetic fields: A possible non-invasive therapeutic tool for spinal cord injury rehabilitation // Electromagn. Biol. Med. – 2017. – V.36 – N.1 – P.88-101. doi: 10.1080/15368378.2016.1194290
347. Kushner D.S., Alvarez G. Dual diagnosis: traumatic brain injury with spinal cord injury // Phys Med. Rehabil. Clin. N. Am. – 2014. – V.25 – N.3 – P.681-696. doi: 10.1016/j.pmr.2014.04.005
348. Kwakkel G., Van Peppen R., Wagenaar R.C., Dauphinee S.W., Richards C., Ashburn A. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis // Stroke. – 2004. – V.35 – P.2529–2539. doi: 10.1161/01.STR.0000143153.76460.7d
349. Kwon, B. K., Streijger, F., Fallah, N., Noonan, V. K., Bélanger, L. M., Ritchie, L., Fisher, C. G.). Cerebrospinal fluid biomarkers to stratify injury severity and predict outcome in human traumatic spinal cord injury // Journal of Neurotrauma. – 2017. – V.34 – N.3 – P.567-580. doi: 10.1089/neu.2016.4435

350. Laffont I., Hoffmann G., Dizien O., Revol M., Roby-Brami A. How do C6/C7 tetraplegic patients grasp balls of different sizes and weights? Impact of surgical musculo-tendinous transfers // *Spinal Cord*. – 2007. – V.45 – N.7 – P.502-512. doi: 10.1038/sj.sc.3102047
351. Law M., Baptiste S., McColl M. The Canadian occupational performance measure: an outcome measure for occupational therapy // *Can J. Occup. Ther.* – 1990. – V.57 – N.2 – P.82–87
352. Law M., Polatajko H., Pollock N., McColl M.A., Carswell A., Baptiste S. Pilot testing of the Canadian Occupational Performance Measure: clinical and measurement issues // *Canadian Journal of Occupational Therapy*. – 1994. – V.61 – N.4 – P.191-197. doi: 10.1177/000841749406100403
353. Lee B.B., Cripps R.A., Fitzharris M., Wing P.C. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate // *Spinal cord*. – 2014. – V.52 – N.2 – P.110-116. doi: 10/1038/sc.2012.158
354. Lee E.S., Joo M.C. Prevalence of autonomic dysreflexia in patients with spinal cord injury above T6 // *Biomed Res. Int.* – 2017. – 2017: P.2027594. doi: 10.1155/2017/2027594
355. Lee S.K., Wisser J.R. Restoration of pinch in intrinsic muscles of the hand // *Hand Clin.* 2012. – V.28 – N.1 – P.45-51. doi: 10.1016/j.hcl.2011.10.002.
356. Lee T.T., Alameda G.J., Gromelski E.B., Green B.A. Outcome after surgical treatment of progressive posttraumatic cystic myelopathy // *J. Neurosurg.* – 2000 – V.92 – N.2 – P.149-154. doi: 10.3171/spi.2000.92.2.0149
357. Levack W.M., Dean S.J., Siegert R.J., McPherson K.M. Navigating patient-centered goal setting in inpatient stroke rehabilitation: how clinicians control the process to meet perceived professional responsibilities // *Patient Education and Counseling*. – 2011. – V.85 – N.2 – P.206-213. doi: 10.1016/j.pec.2011.01.011
358. Levack W.M., Weatherall M., Hay-Smith E.J., Dean S.G., McPherson K., Siegert R.J. Goal setting and strategies to enhance goal pursuit for adults with acquired disability participating in rehabilitation // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2015. – N7. – Cd009727. doi: 10.1002/14651858.CD009727.pub2
359. Li Y., Cao T., Ritzel R.M, He J., Faden A. I., Wu J. Dementia, depression, and associated brain inflammatory mechanisms after spinal cord injury // *Cells*. –2020 – V.9 – N.6 – P. 1420.doi: 10.3390/cells9061420
360. Lidal I.B., Hjeltne N., Røislien J., Stanghelle J.K., Biering-Sørensen F. Employment of persons with spinal cord lesions injured more than 20 years ago // *Disabil. Rehabil.* – 2009. – V.31 – N.26 – P.2174-2184. doi: 10.3109/09638280902946952
361. Liechti R., Schibli S., Koch-Borner S., Fridén J. Implications of thumb position and trajectory in tetraplegia grip reconstruction - a cohort study. *Observational Study* // *Spinal Cord Ser. Cases*. – 2023. – V.9 – N.1 – P.26. doi: 10.1038/s41394-023-00581-7

362. Lili L., Sunnerhagen K.S., Rekand T., Murphy M.A. Associations between upper extremity functioning and kinematics in people with spinal cord injury // *J. Neuroeng. Rehabil.* 2021. – V.18 – N.1 – P.147. doi: 10.1186/s12984-021-00938-9
363. Lin C.S., Macefield V.G., Elam M., Wallin B.G., Engel S., Kiernan M.C. Axonal changes in spinal cord injured patients distal to the site of injury // *Brain.* – 2007. – V.130 – N.4 – P.985-994. doi: 10.1093/brain/awl339
364. Lo C., Tran Y., Anderson K., Craig A., Middleton J. Functional priorities in persons with spinal cord injury: using discrete choice experiments to determine preferences // *J. Neurotrauma.* – 2016. – V.33 – N.21 – P.1958–1968. doi: 10.1089/ 497 neu.2016.4423
365. Logan A., Freeman J., Pooler J., Kent B., Gunn H., Billings S. Effectiveness of non-pharmacological interventions to treat orthostatic hypotension in elderly people and people with a neurological condition: a systematic review // *JBIS Evid. Synth.* – 2020. – V.18 – N.12 – P.2556-2617. doi: 10.11124/JBISIRIR-D-18-00005.
366. Lopes P., Figoni S.F., Perkash I. Upper limb exercise effect on tilt tolerance during orthostatic training of patients with spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1984. – V.65 – N.5 – P.251-253
367. Low P.A., Denq J.C., Opfer-Gehrking T.L., Dyck P.J., O'Brien P.C., Slezak J.M. Effect of age and gender on sudomotor and cardiovagal function and blood pressure response to tilt in normal subjects // *Muscle Nerve.* – 1997. – V.20 – N.12 – P.1561-1568. doi: 10.1002/(sici)1097-4598(199712)20:12<1561:aid-mus11>3.0.co;2-3
368. Low P.A. Prevalence of orthostatic hypotension // *Clin. Auton. Res.* – 2008. – V.18 – N.1 – P.8-13. doi: 10.1007/s10286-007-1001-3.
369. Lu X., Battistuzzo C.R., Zoghi M., Galea M.P. Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review // *Clin. Rehabil.* 2015. – V.29 – N.1 – P.3-13. doi: 10.1177/0269215514536411
370. Lucci V.E.M., Inskip J.A., McGrath M.S., Ruiz I., Lee R., Kwon B.K., Claydon V.E. Longitudinal assessment of autonomic function during the acute phase of spinal cord injury: use of low-frequency blood pressure variability as a quantitative measure of autonomic function // *J. Neurotrauma.* 2021. – V.38 – N.3 – P.309-321. doi: 10.1089/neu.2020.7286
371. MacBean N., Ward E., Murdoch B., Cahill L. Characteristics of speech following cervical spinal cord injury // *J. Med. Speech Lang Pathol.* – 2006. – V.14 – N.3 – P.167–184
372. Machado C., Machado Y, Chinchilla M, Machado Y, Foyaca-Sibat H. Assessing the autonomic effect of vagal nerve stimulation with low level lasers by heart rate variability // *Internet Journal of Neurology Jan.* – 2019. – V.21 – N.1 – P.1-6. <https://doi.org/10.5580/IJN.54164>

373. Maciejasz P., Eschweiler J., Gerlach-Hahn K., Jansen-Troy A., Leonhardt S. A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation // *J. Neuroeng. Rehabil.* –2014. – N.11 – P.3. doi: 10.1186/1743-0003-11-3
374. Mangold S., Keller T., Curt A., Dietz V. Transcutaneous functional electrical stimulation for grasping in subjects with cervical spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 2005. – V.43 – N.1 – P.1-13. doi: 10.1038/sj.sc.3101644
375. Marino R.J., Rider-Foster D., Maissel G., Ditunno J.F. Superiority of motor level over single neurological level in categorizing tetraplegia // *Paraplegia.* – 1995. – V.33 – N.9 – P.510-513. doi: 10.1038/sc.1995.111
376. Marino R. J., Ditunno Jr. J. F., Donovan W. H., Maynard Jr. F. Neurologic recovery after traumatic spinal cord injury: data from the Model Spinal Cord Injury Systems // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1999. – V.80 – N.11 – P.1391-1396. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90249-6
377. Marino R.J., Barros T., Biering-Sorensen F., Burns S.P., Donovan W.H., Graves D.E., Haak M., Hudson L.M., Priebe M.M.; ASIA Neurological Standards Committee 2002. International standards for neurological classification of spinal cord injury // *J. Spinal Cord Med.* – 2003. – V.26 – N.1 – P.50-56. doi: 10.1080/10790268.2003.11754575
378. Marino R.J., Graves D.E. Metric properties of the ASIA motor score: subscales improve correlation with functional activities // *Arch Phys Med Rehabil.* – 2004. – V.85 – N.11 – P.1804-1810. doi: 10.1016/j.apmr.2004.04.026
379. Marino R.J., Burns S., Graves D.E., Leiby B.E., Kirshblum S., Lammertse D.P. Upper- and lower-extremity motor recovery after traumatic cervical spinal cord injury: an update from the national spinal cord injury database // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* –2011. – V.92 – N.3 – P.369-375. doi: 10.1016/j.apmr.2010.09.027
380. Martelli D., Alessandro Silvani A., McAllen R.M., May C.N., Ramchandra R. The low frequency power of heart rate variability is neither a measure of cardiac sympathetic tone nor of baroreflex sensitivity // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* – 2014. – V.307 – N.7 – P.1005-1012. doi: 10.1152/ajpheart.00361.2014.
381. Martin J.M. Neuroplasticity of spinal cord injury and repair // *Handb Clin. Neurol.* – 2022. – V.184 – N.317-330. doi: 10.1016/B978-0-12-819410-2.00017-5
382. Mason B., Warner M., Briley S., Goosey-Tolfrey V., Vegter R. Managing shoulder pain in manual wheelchair users: a scoping review of conservative treatment interventions // *Clin. Rehabil.* – 2020. – V.34 – N6. – P.741-753. doi: 10.1177/0269215520917437
383. Mason M.G., Nicholls P., Cooper C.E. Re-evaluation of the near infrared spectra of mitochondrial cytochrome c oxidase: Implications for noninvasive in vivo monitoring of tissues // *Biochim Biophys. Acta.* – 2014. – V.1837 – P.1882–1891. doi: 10.1016/j.bbabbio.2014.08.005

384. Mateo S., Revol P., Fournassi M., Rossetti Y., Collet C., Rode G. Kinematic characteristics of tenodesis grasp in C6 quadriplegia // *Spinal Cord*. – 2013. – V.51 – N.2 – P.144-149. doi: 10.1038/sc.2012.101
385. Mateo S., Roby-Brami A., Reilly K.T., Rossetti Y., Collet C., Rode G. Upper limb kinematics after cervical spinal cord injury: a review // *J. Neuroeng Rehabil.* – 2015. – V.30 – N.12 – P.9. doi: 10.1186/1743-0003-12-9
386. Mateo S., Di Marco J., Cucherat M., Gueyffier F., Rode G. Inconclusive efficacy of intervention on upper-limb function after tetraplegia: A systematic review and meta-analysis // *Ann. Phys. Rehabil. Med.* – 2020. V.63 – N.3 – P.230-240. doi: 10.1016/j.rehab.2019.05.008
387. Mathiowetz V., Weber K., Volland G., Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations // *J. Hand Surg. Am.* – 1984. – V.9 – N.2 – P.222-226. doi: 10.1016/s0363-5023(84)80146-x
388. Maurer C.L., Sprigle S. Effect of seat inclination on seated pressure of individuals with spinal cord injury // *Phys. Ther.* – 2004. – V.84 – N3 – P.255-261
389. McCaughey E.J., Purcell M., McLean A.N., Fraser M.H., Bewick A., Borotkanics R J, Allan D.B. Changing demographics of spinal cord injury over a 20-year period: a longitudinal population-based study in Scotland // *Spinal Cord*. – 2016. – V.54 – N.4 – P.270–276. doi: 10.1038/sc.2015.167
390. McColl M.A., Paterson M., Davies D., Doubt L., Law M. Validity and community utility of the Canadian Occupational Performance Measure // *Can. J. Occup. Ther.* – 2000. – V.67 – N.1 – P.22-30. doi: 10.1177/000841740006700105
391. McColl M.A., Charlifue S., Glass C., Lawson N., Savic G. Aging, gender and spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2004. – V.85 – N.3 – P.363-367. doi: 10.1016/j.apmr.2003.06.022.
392. McKinley W.O., Seel R.T., Hardman J.T. Nontraumatic spinal cord injury: incidence, epidemiology, and functional outcome // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1999. – V.80 – N.6 – P.619-623. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90162-4.
393. McKinley W.O., Jackson A.B., Cardenas D.D., DeVivo M.J. Long-term medical complications after traumatic spinal cord injury: a regional model systems analysis // *Arch Phys Med Rehabil.* – 1999. – V.80 – N.11 – P.1402-1410. doi: 10.1016/s0003-9993(99)90251-4.
394. McKinley W.O., Tewksbury M.A., Godbout C.J. Comparison of medical complication following non-traumatic and traumatic spinal cord injury // *J. Spinal Cord Med.* – 2002. – V.25 – N.2– P.88–93. doi: 10.1080/10790268.2002.11753607
395. McKinley W. , Santos K., Meade M., Brooke K. Incidence and outcomes of spinal cord injury clinical syndromes // *J. Spinal Cord Med.* – 2007. – V.30 – N.3 – P.215-224. doi: 10.1080/10790268.2007.11753929

396. Metz G.A., Curt A., Van de Meent H., Klusman I., Schwab M.E., Dietz V. Validation of the weight-drop contusion model in rats: a comparative study of human spinal cord injury // *J. Neurotrauma*. – 2000. – V.17 – N.1 – P.1-17. doi: 10.1089/neu.2000.17.1.
397. Middleton J.W., Truman G., Geraghty T.J. Neurological level effect on the discharge functional status of spinal cord injured persons after rehabilitation // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1998. – V.79 – N.11 – P.1428–1432. doi: 10.1016/s0003-9993(98)90239-8
398. Middleton P.M., Davies S.R., Anand S. The pre-hospital epidemiology and management of spinal cord injuries in New South Wales: 2004-2008 // *Injury*. – 2012. – V.43 – N.4 – P.480-485. Doi: 10.1016/j.injury.2011.12.010
399. Mills P.B., Dossa F. Transcutaneous electrical nerve stimulation for management of limb spasticity: A Systematic Review // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2016. – V.95 – N.4 – P.309-318. doi: 10.1097/PHM.0000000000000437
400. Miyanji F., Furlan J.C., Aarabi B., Arnold P.M., Fehlings M.G. Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome-prospective study with 100 consecutive patients // *Radiology*. – 2007. – V.243 – N.3 – P.820-827. doi: 10.1148/radiol.2433060583
401. Morgan S. Recognition and management of autonomic dysreflexia in patients with a spinal cord injury // *Emerg Nurse*. – 2020. – V.28 – N.1 – P.22-27. doi: 10.7748/en.2019.e1978
402. Morone G., Sire A., Cinnera A.M., Paci M., Perrero L., Invernizzi M., Lippi L. Upper limb robotic rehabilitation for patients with cervical spinal cord injury: A Comprehensive Review *Brain Sci.* – 2021. – V.11 – N.12 – P.1630. doi: 10.3390/brainsci11121630
403. Morris J.H., Van Wijck F., Joice S., Donaghy M. Predicting health related quality of life 6 months after stroke: the role of anxiety and upper limb dysfunction // *Disabil. Rehabil.* – 2013. – V.35 – N.4 – P.291-299. doi: 10.3109/09638288.2012.691942
404. Mulcahey M.J., Hutchinson D., Kozin S. Assessment of upper limb in tetraplegia: considerations in evaluation and outcomes research // *J. Rehabil. Res. Dev.* – 2007. – V.44 – N.1 – P.91-102. doi: 10.1682/jrrd.2005.10.0167
405. Muller R., Landmann G., Béchir M., Hinrichs T., Arnet U., Jordan X., Brinkhof M.W.G. Chronic pain, depression and quality of life in individuals with spinal cord injury: mediating role of participation // *J. Rehabil. Med.* – 2017. – V.49 – N.6 – P.489-496. doi: 10.2340/16501977-2241
406. Nam H.S., Kim K.D., Shin H.Ik. ICF based comprehensive evaluation for post-acute spinal cord injury // *Ann. Rehabil. Med.* – 2012. – V.36 – N.6 – P.804–814. doi: 10.5535/arm.2012.36.6.804
407. Nas K., Yazmalar L., Şah V., Aydın A., Öneş K. Rehabilitation of spinal cord injuries // *World J. Orthop.* – 2015 – V.6 – N.1 – P.8–16. doi: 10.5312/wjo.v6.i1.8
408. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal cord injury facts and figures at a glance // *J. Spinal Cord Med.* 2013. – V.36 – N.1 – P.1-2. doi: 10.1179/1079026813Z.000000000136

409. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal Cord Injury: Facts and Figures at a Glance // J. Spinal Cord Med. – 2014. – V.37 – N.3 – P.355-356. doi: 10.1179/1079026814Z.0000000000260
410. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal cord injury. Facts and figures at a glance // J. Spinal Cord Med. – 2015. – V.28 – N.4 – P.379-380. doi: 10.1080/10790268.2016.1210925
411. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal cord injury facts and figures at a glance // J. Spinal Cord Med. – 2017. – V.40 – N.1 – P.126-127. doi:10.1080/10790268.2017.1294349.
412. Needham-Shropshire B.M., Broton J.G., Cameron T.L., Klose K.J. Improved motor function in tetraplegics following neuromuscular stimulation-assisted arm ergometry // J. Spinal Cord Med. – 1997. – V.20 – N.1 – P.49-55. doi: 10.1080/10790268.1997.11719455
413. Nelson A., Ahmed S., Harrow J., Fitzgerald S., Sanchez-Anguiano A. Fall-related fractures in persons with spinal cord impairment: a descriptive analysis // SCI Nurs. – 2003. – V.20 – N.1 – P.30-37.
414. Neurology AASatAAo. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, pure autonomic failure, and multiple system atrophy // Neurology. – 1996. – V.46 – P.1470.
415. New P.W., Cripps R.A., Lee B.B. Global map of non-traumatic spinal cord injury epidemiology: towards a living data repository // Spinal cord. – 2014. – V.52 – N.2 – P.97-109. doi: 10/1038/sc.2012.165
416. Nightingale T.E., Rouse P.C., Walhin J.P., Thompson D., Bilzon, J.L. Home-based exercise enhances health-related quality of life in persons with spinal cord injury: A randomized controlled trial // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2018. – V.99 – N.10 – P.1998-2006. doi: 10.1016/j.apmr.2018.05.008
417. Nitsche, B., Perschak, H., Curt A., Dietz, V. Loss of circadian blood pressure variability in complete tetraplegia // J. Hum. Hypertens. – 1996. – V.10 – N.5 – P.311–317
418. Nogajski J.H., Engel S., Kiernan M.C. Focal and generalized peripheral nerve dysfunction in spinal cord-injured patients // J. Clin Neurophysiol. – 2006. – V.23 – N.3 – P.273-279. doi: 10.1097/01.wnp.0000201062.99671.27
419. Noonan V.K., Fingas M., Farry A., Baxter D., Singh A., Fehlings M.G., Dvorak M.F. Incidence and prevalence of spinal cord injury in Canada: a national perspective // Neuroepidemiology. – 2012. – V.38 – N.4 – P.219-226. doi:10.1159/000336014
420. Noreau L., Fougereyrollas P. Long-term consequences of spinal cord injury on social participation: the occurrence of handicap situations // Disabil. Rehabil. – 2000. – V.22 – N.4 – P.170-180. doi: 10.1080/096382800296863
421. Northen J.G., Rust D.M., Nelson C.E., Watts J.H. Involvement of adult rehabilitation patients in setting occupational therapy goals // Am. J. Occup. Ther. – 1995. – V.49 – N.3 – P.214–220. doi: 10.5014/ajot.49.3.214

422. Oleson C.V., Burns A.S., Ditunno J.F., Geisler F.H., Coleman W.P. Prognostic value of pinprick preservation in motor complete, sensory incomplete spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2005. – V.86 – N.5 – P.988-992. doi: 10.1016/j.apmr.2004.09.031.
423. Otsuka Y., Shima N., Moritani T., Okuda K., Yabe K. Orthostatic influence on heart rate and blood pressure variability in trained persons with tetraplegia // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2008. – V.104 – N.1 – P.75-78. doi: 10.1007/s00421-008-0783-x
424. Overduin S.A., d'Avella A., Roh J., Carmena J.M., Bizzi E. Representation of muscle synergies in the primate brain // *J. Neurosci.* – 2015. – V.35 – N.37 – P.12615-12624. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4302-14.2015
425. Oyinbo C.A. Secondary injury mechanisms in traumatic spinal cord injury: a nugget of this multiply cascade // *Acta Neurobiol. Exp (Wars).* – 2011. – V.71 – N.2 – P.281-299. doi: 10.55782/ane-2011-1848.
426. Page S. J., Szaflarski J. P., Eliassen J. C., Pan H., Cramer S. C. Cortical plasticity following motor skill learning during mental practice in stroke // *Neurorehabilitation and neural repair.* – 2009. – V.23 – N.4 – P.382-388. doi: 10.1177/1545968308326427
427. Paolucci S., Gandolfo C., Provinciali L., Torta R., Toso V. DESTRO Study Group. The Italian multicenter observational study on post-stroke depression (DESTRO) // *J. Neurol.* – 2006. – V.253 – N.5 – P.556–562. doi: 10.1007/s00415-006-0058-6
428. Patil S., Raza W.A., Jamil F., Caley R., O'Connor R.J. Functional electrical stimulation for the upper limb in tetraplegic spinal cord injury: a systematic review // *J. Med. Eng. Technol.* – 2014. – V.39 – N.7 – P.419-423. doi: 10.3109/03091902.2015.1088095
429. Peckham P.H., Marsolais E.B., Mortimer J.T. Restoration of key grip and release in the C6 tetraplegic patient through functional electrical stimulation // *J. Hand Surg Am.* – 1980. – V.5 – N.5 – P.462-469. doi: 10.1016/s0363-5023(80)80076-1
430. Peckham P.H., Keith M.W., Kilgore K.L., Grill J.H., Wuolle K.S., Thrope G.B., Gorman P., Hobby J., Mulcahey M.J., Carroll S., Hentz V.R., Wiegner A. Implantable neuroprosthesis research group efficacy of an implanted neuroprosthesis for restoring hand grasp in tetraplegia: a multicenter study // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2001. – V.82 – N.10 – P.1380-1388. doi: 10.1053/apmr.2001.25910
431. Peeters L.H.C., de Groot I.J.M., Geurts A.C.H. Trunk involvement in performing upper extremity activities while seated in neurological patients with a flaccid trunk - A review. // *Gait Posture.* – 2018. – V.62 – P.46-55. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.02.028
432. Petersen J.A., Schubert M., Dietz V. The occurrence of the Babinski sign in complete spinal cord injury // *J. Neurol.* – 2010. – V.257 – N.1 – P.38-43. doi: 10.1007/s00415-009-5260-x

433. Petersen J.A., Spiess M., Armin Curt A., Weidner N., Rupp R., Abel R., Schubert M. Upper limb recovery in spinal cord injury: involvement of central and peripheral motor pathways // *Neurorehabil Neural Repair*. – 2017. – V.31 – N.5 – P.432-441. doi: 10.1177/1545968316688796
434. Phillips A.A., Krassioukov A.V., Ainslie P.N., Warburton D.E.R. Baroreflex function after spinal cord injury // *J. Neurotrauma*. – 2012. – V.29 – N.15 – P.2431-2445. doi: 10.1089/neu.2012.2507
435. Piepmeier J.M., Jenkins N.R. Late neurological changes following traumatic spinal cord injury // *J. Neurosurg*. – 1988. – V.69 – N.3 – P.399-402
436. Platts R.G., Fraser M.H. Assistive technology in the rehabilitation of patients with high spinal cord lesions // *Paraplegia*. – 1993. – V.31 – N.5 – P.280-287. doi: 10.1038/sc.1993.51
437. Plautz E.J., Milliken G.W., Nudo R.J. Effects of repetitive motor training on movement representations in adult squirrel monkeys: role of use versus learning // *Neurobiol Learn Mem*. – 2000. – V.74 – N.1 – P.27-55. doi: 10.1006/nlme.1999.3934
438. Popa C., Popa F., Grigorean V.T., Onose G., Sandu A.M., Popescu M. Vascular dysfunctions following spinal cord injury // *J Med Life*. – 2010. – V.3 – N.3 – P.275-285
439. Popovic M.R., Thrasher T.A., Adams M.E., Takes V., Zivanovic V., Tonack M.I. Functional electrical therapy: retraining grasping in spinal cord injury // *Spinal cord*. – 2006. – V.44 – N.3 – P.143-151. doi: 10.1038/sj.sc.3101822
440. Post M.W.M., van Asbeck F.W.A., Van Dijk A.J., Schrijvers A.J.P. Services for spinal cord injured: availability and satisfaction // *Spinal Cord*. – 1997. – V.35 – N.5 – P.109-115. doi: 10.1038/sj.sc.3100362
441. Post M., Noreau L. Quality of life after spinal cord injury // *J. Neurol. Phys. Ther*. – 2005. – V.29 – N.3 – P.139-146. doi: 10.1097/01.npt.0000282246.08288.67.
442. Post M.W.M., Van Lieshout G., Seelen H.A.M., Snoek G.J., Ijzerman M.J., Pons C. Measurement properties of the short version of the Van Lieshout test for arm/hand function of persons with tetraplegia after spinal cord injury // *Spinal Cord*. – 2006. – V.44 – N.12 – P.763-771. doi: 10.1038/sj.sc.3101937
443. Poynton A.R., O'Farrell D.A., Shannon F., Murray P., McManus F., Walsh M.G. An evaluation of the factors affecting neurological recovery following spinal cord injury // *Injury*. 1997. – V.28 – N.8 – P.545-548. doi: 10.1016/s0020-1383(97)00090-9
444. Prasad S., Aikat R., Labani S., Khanna N. Efficacy of virtual reality in upper limb rehabilitation in patients with spinal cord injury: A pilot randomized controlled trial // *Asian spine journal*. 2018. – V.12 – N.5 – P.927-934. doi: 10.31616/asj.2018.12.5.927
445. Prévinaire J.G., Mathias C.J., Masri W.El., Soler J-M., Leclercq V., Denys P. The isolated sympathetic spinal cord: Cardiovascular and sudomotor assessment in spinal cord injury patients: A literature survey // *Ann. Phys. Rehabil. Med*. – 2010. – V.53 – N.8 – P.520-532. doi: 10.1016/j.rehab.2010.06.006.

446. Previnaire J.G., Soler J.M., Leclercq V., Denys P. Severity of autonomic dysfunction in patients with complete spinal cord injury // *Clin. Auton. Res.* – 2012. – V.22 – N.1 –P.9-15. doi: 10.1007/s10286-011-0132-8
447. Pripotnev S., Bruce J., Novak C.B., Kennedy C.R., Fox I.K. Quantifying tenodesis hand function in cervical spinal cord injury: implications for function // *J. Hand Surg. Am.* – 2023. – V.48 – N.7 – P.700-710. doi:10.1016/j.jhsa.2023.04.004
448. Punj V., Curtin C. Understanding and overcoming barriers to upper limb surgical reconstruction after tetraplegia: the need for interdisciplinary collaboration // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* –2016. – V.97 – N.6 –P.81-87. doi:10.1016/j.apmr.2015.11.022
449. Radulovic M., Schilero G.J., Wecht J. M., Weir J.P., Spungen A.M., Bauman W.A., Lesser M. Airflow obstruction and reversibility in spinal cord injury: evidence for functional sympathetic innervation // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2008. – V.89 – N.12 P.2349-2353. doi: 10.1016/j.apmr.2008.06.011.
450. Raina S., McNitt-Gray J.L., Mulroy S., Requejo P.S. Effect of increased load on scapular kinematics during manual wheelchair propulsion in individuals with paraplegia and tetraplegia // *Hum. Mov. Sci.* – 2012. – V.31 – N.2 – P.397-407. doi: 10.1016/j.humov.2011.05.006
451. Raineteau O., Schwab M.E. Plasticity of motor systems after incomplete spinal cord injury // *Nat. Rev. Neurosci.* – 2001. – V.2 – N.4 – P.263-273. doi: 10.1038/35067570.
452. Ramezani F., Razmgir M., Tanha K., Nasirinezhad F., Neshastehriz A., Bahrami-Ahmadi A. Photobiomodulation for spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis // *Physiol. Behav.* – 2020. – V.224 – P.112977. doi: 10.1016/j.physbeh.2020.112977
453. Ravenek K.E., Ravenek M.J., Hitzig S.L., Wolfe D.L. Assessing quality of life in relation to physical activity participation in persons with spinal cord injury: a systematic review // *J. Disabil. Health.* – 2012. – V.5 – N.4 – P.213-223. doi: 10.1016/j.dhjo.2012.05.005
454. Reyes-Guzmán A., Gil-Agudo A., Peñasco-Martín B., Solís-Mozos M, Ama-Espinosa A., Pérez-Rizo E.P. Kinematic analysis of the daily activity of drinking from a glass in a population with cervical spinal cord injury // *J. Neuroeng. Rehabil.* 2010. – V.20 – N.7 – P.41. doi: 10.1186/1743-0003-7-41
455. Riggins M.S., Kankipati P., Oyster M.L., Cooper R.A., Boninger M.L. The relationship between quality of life and change in mobility 1-year postinjury in individuals with spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2011. – V.92 – N.7 – P.1027-1033. doi: 10.1016/j.apmr.2011.02.010
456. Rimaud D., Calmels P., Pichot V., Bethoux F., Roche F. Effects of compression stockings on sympathetic activity and heart rate variability in individuals with spinal cord injury // *J. Spinal Cord Med.* – 2012. – V.35 – N.2 – P.81-88. doi: 10.1179/2045772311Y.00000000054

457. Rochkind S., El-Ani D., Nevo Z., Shahar A. Increase of neuronal sprouting and migration using 780 nm laser phototherapy as procedure for cell therapy // *Lasers Surg. Med.* –2009. – V.41 – N.4 – P.277-281. doi: 10.1002/lsm.20757
458. Rosado-Rivera D., Radulovic M., Handrakis J.P., Cirnigliaro C.M., Jensen A.M., Kirshblum S., Bauman W.A., Wecht J.M. Comparison of 24-hour cardiovascular and autonomic function in paraplegia, tetraplegia, and control groups: implications for cardiovascular risk // *J. Spinal Cord Med.* – 2011. – V.34 – N.4 – P.395–403. doi: 10.1179/2045772311Y.0000000019
459. Rose A., Rosewilliam S., Soundy A. Shared decision making within goal setting in rehabilitation settings: a systematic review // *Patient Educ. Couns.* – 2017. – V.100 – N.1 P.65–75. doi: 10.1016/j.pec.2016.07.0305
460. Rosety-Rodriguez M., Camacho A., Rosety I., Fornieles G., Rosety M.A., Diaz A.J., Bernardi M., Rosety M., Ordonez F.J. Low-grade systemic inflammation and leptin levels were improved by arm cranking exercise in adults with chronic spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2014. – V.95 – N.2 – P.297-302. doi: 10.1016/j.apmr.2013.08.246
461. Ross C.L., Syed I., Smith T. L., Harrison B. S. The regenerative effects of electromagnetic field on spinal cord injury // *Electromagn. Biol. Med.* –2017. – V.36 – N.1 – P.74-87. doi: 10.3109/15368378.2016.1160408
462. Rossi P., Truini A., Serrao M., Iannetti G.D., Parisi L., Pozzessere G., Cruccu G. Sympathetic skin response evoked by laser skin stimulation // *Funct. Neurol.* – 2002. – V.17 – N.3 – P.129-132
463. Rowland J.W., Hawryluk G.W.J., Kwon B., Fehlings M.G. Current status of acute spinal cord injury pathophysiology and emerging therapies: promise on the horizon // *Neurosurg. Focus.* – 2008. – V.25 – N.5 –P.2. doi: 10.3171/FOC.2008.25.11.E2.
464. Rudhe C., van Hedel H.J. Upper extremity function in persons with tetraplegia: relationships between strength, capacity, and the spinal cord independence measure // *Neurorehabil. Neural. Repair.* – 2009. – V.23 – N.5 – P.413–421. doi: 10.1177/1545968308331143
465. Sachdeva R., Hutton G., Marwaha A.S., Krassioukov A.V. Morphological maladaptations in sympathetic preganglionic neurons following an experimental high-thoracic spinal cord injury // *Exp. Neurol.* – 2020. – V.327 – P.113235. doi: 10.1016/j.expneurol.2020.113235
466. Sahota I.S., Rianne H., Ravensbergen J.C., McGrath M.S., Claydon V.E. Cerebrovascular responses to orthostatic stress after spinal cord injury // *J. Neurotrauma.* – 2012. – V.29 – N.15 – P.2446-2456. doi: 10.1089/neu.2012.2379
467. Samuelson K., Larson H., Thyberg M., Tropp H. Back pain and spinal deformity – common among wheelchair users with spinal cord injuries // *Scand. J. Occupational. Ther.* – 1996. – N.3 – P.28-32

468. Sato G., Osumi M., Morioka S. Effects of wheelchair propulsion on neuropathic pain and resting electroencephalography after spinal cord injury // *J. Rehabil. Med.* – 2017. – V.49 – N.2 – P.136-143. doi: 10.2340/16501977-2185
469. Saunders D.H., Sanderson M., Brazzelli M., Greig C.A., Mead G.E. Physical fitness training for stroke patients // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2013. – P.N.10:CD003316. doi: 10.1002/14651858.CD003316.pub5
470. Sayed M.A., El-Sherif R.M., Ismail A., Essam A., Warda A. Effect of low-level laser physiotherapy on left ventricular function among patients with chronic systolic heart failure // *J. Egypt. Heart.* – 2023. – V.75 – N.1 – P.12. doi: 10.1186/s43044-023-00337-6.
471. Scandola M., Tidoni E., Avesani R., Brunelli G., Aglioti S.M., Moro V. Rubber hand illusion induced by touching the face ipsilaterally to a deprived hand: evidence for plastic "somatotopic" remapping in tetraplegics // *Front Hum. Neurosci.* – 2014. – N.8 – P.404. doi: 10.3389/fnhum.2014.00404
472. Schmid A.A., Kroenke K., Hendrie H.C., Bakas T., Sutherland J.M., Williams L.S. Poststroke depression and treatment effects on functional outcomes // *Neurology.* – 2011. V.76 – P.1000–1005. doi: 10.1212/WNL.0b013e318210435e
473. Schonherr M.C., Groothoff J.W., Mulder G.A., Eisma W.H. Prediction of functional outcome after spinal cord injury: a task for the rehabilitation team and the patient // *Spinal Cord.* – 2000. – V.38 – N.3 – P.185-191. doi: 10.1038/sj.sc.3100965
474. Schonherr M.C., Groothoff J.W., Mulder G.A., Schoppen T., Eisma W.H. Vocational reintegration following spinal cord injury: expectations, participation and interventions // *Spinal Cord.* 2004. – V.42 – N.3 – P.177-184. doi: 10.1038/sj.sc.3101581.
475. Schurch B., Wichmann W., Rossier A.B. Post-traumatic syringomyelia (cystic myelopathy): a prospective study of 449 patients with spinal cord injury // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* – 1996. – V.60 – N.1 – P.61-67. doi: 10.1136/jnnp.60.1.61
476. Scivoletto G., Tamburella F., Laurenza L., Torre M., Molinari M. Who is going to walk? A review of the factors influencing walking recovery after spinal cord injury // *Front. Hum. Neurosci.* 2014. – N.8 – P.141. doi: 10.3389/fnhum.2014.00141
477. Scott T.R., Atmore L., Heasman J.M., Flynn R.Y., Vare V.A., Gschwind C. Synergistic control of stimulated pronosupination with the stimulated grasp of persons with tetraplegia // *IEEE Trans Neural. Syst. Rehabil. Eng.* 2001. – V.9 – N.3 – P.258-264. doi: 10.1109/7333.948453
478. Sekhon L.H., Fehlings M.G. Epidemiology, demographics and pathophysiology of acute spinal cord injury // *Spine.* – 2001. – V.15 – N.26 – P.2-12. doi: 10.1097/00007632-200112151-0002
479. Seo W.S., Oh H.S. The circadian rhythms of blood pressure and heart rate in the hypertensive subjects: dippers and non-dippers // *J. Yonsei. Med.* – 2002. – V.43 – P.320–328. doi: 10.3349/ymj.2002.43.3.320

480. Shaikh A., Phadke C.P., Ismail F., Boulias C. Relationship between botulinum toxin, spasticity, and pain: a survey of patient perception // *Can. J. Neurol. Sci.* 2016. – V.43 – P.311–315. doi: 10.1017/cjn.2015.321
481. Sharma N., Pomeroy V.M., Baron J-C. Motor imagery: a backdoor to the motor system after stroke? // *Stroke.* – 2006. – V.37 – N.7 – P.1941-1952. doi: 10.1161/01.STR.0000226902.43357.fc.
482. Shavelle R.M., DeVivo M.J., Brooks J.C., Strauss D.J., Paculdo D.R. Improvements in long-term survival after spinal cord injury? // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2015. – V.96 – N.4 – P.645-651. doi: 10.1016/j.apmr.2014.11.003
483. Shaw L., Rodgers H., Price C., van Wijck F., Shackley P., Steen N., Barnes M., Ford G., Graham L.; BoTULS investigators. BoTULS: a multicentre randomized controlled trial to evaluate the clinical effectiveness and cost-effectiveness of treating upper limb spasticity due to stroke with botulinum toxin type A. // *Health Technol. Assess.* – 2010. – V.14 – N.26 – P.111-113. doi: 10.3310/hta14260
484. Shimoda K., Robinson R.G. Effects of anxiety disorder on impairment and recovery from stroke // *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 1998. – N.10 – P.34–40. doi: 10.1176/jnp.10.1.34.
485. Sidorov E.V., Townson A.F., Dvorak M.F., Kwon B.K., Steves J., Krassioukov A. Orthostatic hypotension in the first month following spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 2008. – V.46 – N.1 – P.65-69. doi: 10.1038/sj.sc.3102064
486. Siegert R.J., McPherson K.M., Taylor W.J. Toward a cognitive affective model of goal-setting in rehabilitation: is self-regulation theory a key step? // *Disabil. Rehabil.* – 2004. – V.26 – P.1175–1183
487. Silver J.R. Early autonomic dysreflexia // *Spinal Cord.* – 2000. – V.38 – N.4 – P.229-233. doi: 10.1038/sj.sc.3100996
488. Simpson L.A., Eng J.J., Hsieh J.T.C, Wolfe D.W., Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence Scire Research Team. The health and life priorities of individuals with spinal cord injury: A Systematic Review // *J Neurotrauma.* – 2012. – V.29 – N.8 – P.1548-1555. doi: 10.1089/neu.2011.2226
489. Sinderby C., Ingvarsson P., Sullivan L., Wickström I., Lindström L. The role of the diaphragm in trunk extension in tetraplegia // *Spinal Cord.* – 1992. V.30 – N.6 – P.389–395. doi: 10.1038/sc.1992.88
490. Singh A., Tetreault L., Kalsy-Rayn S., Nouri A., Fehlings M.G. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury // *Clin. Epidemiol.* – 2014. – V.23 – N.6 – P.309-331. doi: 10.2147/CLEP.S68889
491. Sinnott K.A., Dunn J.A., Rothwell A.G. Use of the ICF conceptual framework to interpret hand function outcomes following tendon transfer surgery for tetraplegia // *Spinal Cord.* 2004. – V.42 – N.7 – P.396–400. doi: 10.1038/sj.sc.3101610

492. Sirasaporn P., Saengsuwan J., Vichiansiri R. Ultrasonographic findings of shoulders in individuals with spinal cord injury // *J. Spinal Cord Med.* 2021. – V.44 – N.3 – P.357-363. doi: 10.1080/10790268.2019.1673547
493. Sisto S.A., Evans N. Activity and fitness in spinal cord injury: Review and Update // *Curr. Phys. Med. Rehabil. Rep.* – 2014. – N.2 – P.147–157. doi:10.1007/s40141-014-0057-y
494. Sliwinski M.M, Smith R., Wood A, Spinal cord injury rehabilitation patient and physical therapist perspective: a pilot study // *Spinal Cord Ser. Cases.* – 2016. – N.2 – P.15036. doi: 10.1038/scsandc.2015.36
495. Smaby N., Johanson E., Baker B., Kenney D.E., Murray W.M., Hentz V.R. Identification of key pinch forces required to complete functional tasks // *J. Rehabil. Res. Dev.* – 2004. – V.41 – N.2 – P.215-224. doi: 10.1682/jrrd.2004.02.0215
496. Snoek G.J., IJzerman M.J., Hermens H.J., Maxwell D., Biering-Sorensen F. Survey of the needs of patients with spinal cord injury: impact and priority for improvement in hand function in tetraplegics // *Spinal Cord.* – 2004. – V.42 – N.9 – P.526-532. doi: 10.1038/sj.sc.3101638
497. Soden R.J., Walsh J., Middleton J.W., Craven M.L., Rutkowski S.B., Yeo J.D. Causes of death after spinal cord injury // *Spinal Cord.* –2000. – V.38 – N.10 – P.604-610. doi: 10.1038/sj.sc.3101080
498. Solinsky R., Kirshblum S.C., Burns S.P. Exploring detailed characteristics of autonomic dysreflexia // *J. Spinal Cord Med.* – 2018. – V.41 – N.5 – P.549–555. doi: 10.1080/10790268.2017.1360434
499. Solinsky R., Draghici A., Hamner J. W., Goldstein R., Taylor J. A. High-intensity, whole-body exercise improves blood pressure control in individuals with spinal cord injury: A prospective randomized controlled trial // *PLoS One.* – 2021. – V.16 – N.3 – P.e0247576. doi: 10.1371/journal.pone.0247576
500. Sollerman C. The use of eight main hand grips in activities in daily living. / “Handens greppfunktion”: Thesis. – Goteborg, 1980.
501. Soriano J.E., Squair J.W., Cragg J.J., Thompson J., Sanguinetti R., Vaseghi B., Emery C.A. A national survey of physical activity after spinal cord injury // *Sci. Rep.* 2022. – V.12 – N.1 – P.4405. doi: 10.1038/s41598-022-07927-5.
502. Spooren A.I., Janssen-Potten Y.J., Post M.W., Kerckhofs E., Nene A., Seelen H.A. Measuring change in arm hand skilled performance in persons with a cervical spinal cord injury: responsiveness of the Van Lieshout Test // *Spinal Cord.* 2006. – V.44 – N.12 – P.772-779. doi: 10.1038/sj.sc.3101957
503. Spooren A.I., Janssen-Potten Y.J.M., Kerckhofs E., Seelen H.A.M. Outcome of motor training programs on arm and hand functioning in patients with cervical spinal cord injury according to

- different levels of the ICF: a systematic review // *J. Rehabil. Med.* – 2009. – V.41 – N.7 – P.497-505. doi: 10.2340/16501977-0387
504. Spooren A.I.F., Janssen-Potten Y.J.M., Kerckhofs E., Bongers H.M.H., Seelen H.A.M. ToCUEST: a task-oriented client-centered training module to improve upper extremity skilled performance in cervical spinal cord-injured persons // *Spinal Cord.* – 2011. – V.49 – P.1042–1048. doi: 10.1038/sc.2011.52
505. Spooren A.I., Janssen-Potten Y.J.M., Kerckhofs E., Bongers H.M.H., Seelen H.A.M. Evaluation of a task-oriented client-centered upper extremity skilled performance training module in persons with tetraplegia // *Spinal Cord.* – 2011. – V.49 – P.1049–1054. doi.org/10.1038/sc.2011.54
506. Sprigle S., Wootten M., Sawacha Z., Thielman G. Relationships among cushion type, backrest height, seated posture, and reach of wheelchair users with spinal cord injury // *J. Spinal Cord Med.* – 2003. – V.26 – N.3 – P.236-243. doi: 10.1080/10790268.2003.11753690
507. Steeves J.D., Kramer J.K., Fawcett J.W., Cragg J., Lammertse D.P. Extent of spontaneous motor recovery after traumatic cervical sensorimotor complete spinal cord injury // *Spinal Cord.* – 2011. – V.49 – N.2 – P.257-265. doi: 10.1038/sc.2010.99
508. Stucki G., Cieza A., Ewert T., Kostanjsek N., Chetterji S., Bedirhan Ustun T. Application of the international classification of functioning, disability and health (ICF) in clinical practice // *Disabil. Rehabil.* – 2002. – V.24 – N.5 – P.281–282. doi: 10.1080/09638280110105222
509. Sturma A., Hruby L.A., Prahm C., Mayer J.A., Aszmann O.C. Rehabilitation of upper extremity nerve injuries using surface EMG biofeedback: Protocols for clinical application // *Front Neurosci.* – 2018. – V.12 – P.906. doi: 10.3389/fnins.2018.00906
510. Suarez G.A., Opfer-Gehrking T.L., Offord K.P., Atkinson E.J., O'Brien P.C., Low P.A. The autonomic symptom profile. A new instrument to assess autonomic symptoms // *Neurology.* – 1999. – V.52 – N.3 – P.523–528. doi: 10.1212/wnl.52.3.523
511. Suehiro K., Morikage N., Murakami M., Yamshita O., Ueda K., Samura M. A study of leg edema in immobile patients // *Circ. J.* – 2014. – V.78 – P.1733–1739. doi: 10.1253/circj.cj-13-1599
512. Sugavanam T., Mead G., Bulley C., Donaghy M., van Wijck F. The effects and experiences of goal setting in stroke rehabilitation - a systematic review // *Disabil Rehabil.* – 2013. – V.35 – N.3 – P.177–190. doi:10.3109/09638288.2012.690501
513. Sumsion T.A. Revised occupational therapy definition of client-centred practice. British // *Journal of Occupational Therapy.* – 2000. – V.63 – N.7 – P.304–309. doi: 10.1177/030802260006300702
514. Suresh S., Duerstock B.S. Automated detection of symptomatic autonomic dysreflexia through multimodal sensing // *IEEE J. Transl. Eng. Health Med.* – 2020. – V.20 – N.8 – P.2800108. doi: 10.1109/JTEHM.2019.2955947

515. Svobodova B., Kloudova A., Ruzicka J., Kajtmanova L., Navratil L. The effect of 808 nm and 905 nm wavelength light on recovery after spinal cord injury // *Sci Rep.* – 2019. – V.9 – N.1 – P.7660. doi: 10.1038/s41598-019-44141-2
516. Tamplin J., Berlowitz D.J. A systematic review and meta-analysis of the effects of respiratory muscle training on pulmonary function in tetraplegia // *Spinal Cord.* – 2014. – V.52 – N.3 – P.175-180. doi: 10.1038/sc.2013.162
517. Tanaka H., Yamaguchi H., Tamai H. Treatment of orthostatic intolerance with inflatable abdominal band // *Lancet.* – 1997. – V.349 – P.175. doi: 10.1016/S0140-6736(97)24003-1
518. Tarawneh A.M., D'Aquino D., Hilis A., Eisa A., Quraishi N.A. Can MRI findings predict the outcome of cervical spinal cord Injury? a systematic review // *J. Spine.* – 2020. – V.29 – N.10 – P.2457-2464. doi: 10.1007/s00586-020-06511-7
519. Tate D.G., Forchheimer M., Bombardier C.H., Heinemann A.W., Neumann H.D., Fann J.R. Differences in quality-of-life outcomes among depressed spinal cord injury trial participants // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2015. – V.96 – N.2 – P.340-348. doi: 10.1016/j.apmr.2014.09.036
520. Tawashy A.E., Eng J.J., Krassioukov A.V., Miller W. C., Sproule S. Aerobic exercise during early rehabilitation for cervical spinal cord injury. // *Phys. Ther.* – 2010. – V. 90 N.3 – P.427-437. doi: 10.2522/ptj.20090023
521. Taylor N.F., Dodd K.J., Damiano D.L. Progressive resistance exercise in physical therapy: a summary of systematic reviews // *Phys. Ther.* – 2005. – V.85 – P.1208–1223.
522. Teasell R.W., Malcolm O.A., Krassioukov A., Delaney G.A. Cardiovascular consequences of loss of supraspinal control of the sympathetic nervous system after spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2000. – V.81 – P.506–516. doi: 10.1053/mr.2000.3848
523. The WHOQOL Group. Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment // *Psychol. Med.* – 1998. – V.28 – N.3 – P.551-558. doi: 10.1017/s0033291798006667.
524. The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)-What's new? / ASIA and ISCoS International Standards Committee. // *Spinal Cord.* – 2019. – V.57 – N.10 – P.815-817. doi: 10.1038/s41393-019-0350-9
525. Thomas C.K., Zaidner E.Y., Calancie B., Broton J.G., Bigland-Ritchie B.R. Muscle weakness, paralysis, and atrophy after human cervical spinal cord injury // *Exp. Neurol.* – 1997. – V.148 – N.2 – P.414-423. doi: 10.1006/exnr.1997.6690
526. Thomas C.K., Bakels R., Klein C.S., Zijdwind I. Human spinal cord injury: motor unit properties and behaviour // *Acta Physiol. (Oxf).* – 2014. – V.210 – N.1 – P.5-19. doi: 10.1111/apha.12153. Epub 2013 Sep 13.
527. Thomaz S.R., Cipriano Jr. G., Formiga M.F., Fachin-Martins E., Cipriano G.F.B. Effect of electrical stimulation on muscle atrophy and spasticity in patients with spinal cord injury - a

- systematic review with meta-analysis // *Spinal Cord*. – 2019. – V.57 – N.4 – P.258-266. doi: 10.1038/s41393-019-0250-z
528. Tomljanovic M., Spasić M., Gabrilo G., Uljević O., Foretić N. Effects of five weeks of functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables // *Kinesiology*. – 2011. – V.43 – P.145–154. 10.1186/1550-2783-8-22
529. Townsend E.A. Enabling Empowerment: Using Simulations versus Real Occupations // *Can. J. of Occup. Therapy*. – 1996. – V.63 – N.2 – P.114-128. doi:10.1177/000841749606300204
530. Treanor W.J., Moberg E., Buncke H.J. The hyperflexed seemingly useless tetraplegic hand: a method of surgical amelioration // *Paraplegia*. – 1992. – V.30 – N.7 – P.457-466. doi: 10.1038/sc.1992.99
531. Trumbower R.D., Hayes H.B., Mitchell G. S., Wolf S. L., Stahl V. A. Effects of acute intermittent hypoxia on hand use after spinal cord trauma: A preliminary study // *Neurology*. – 2017. – V.89 – N.18 – P.1904-1907. doi: 10.1212/WNL.0000000000004596
532. Tucker C.A., Bagley A., Wesdock K., Church C., Henley J., Masiello G. Kinematic modeling of the shoulder complex in tetraplegia // *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*. – 2008. – V.13 – N.4 – P.72-85. doi:10.1310/sci1304-72
533. Turi F., Clerc M., Papadopoulo T. Long multi-stage training for a motor-impaired user in a BCI competition // *Front Hum. Neurosci*. – 2021. – V.15 – P.647908. doi: 10.3389/fnhum.2021.647908
534. Turner-Stokes L. Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: a practical guide // *Clin. Rehabil*. – 2009. – V.23 – P.362–370. doi: 10.1177/0269215508101742
535. Vallbona C., Spencer W.A., Cardus. D, Dale J.W. Control of orthostatic hypotension of quadriplegic patients with pressure suits // *Arch. Phys. Med. Rehabil*. –1963. – V.44 –P.7–18
536. Van Cooten I.P., Snoek G.J., Nene A.V., de Groot S., Post M.W.M. Functional hindrance due to spasticity in individuals with spinal cord injury during inpatient rehabilitation and 1 year thereafter // *Spinal Cord*. – 2015. – V.53 – N.9 – P.663-667. doi: 10.1038/sc.2015.41
537. Van De Meent H., Hosman A. J.F, Hendriks J., Zwarts M., Schubert M. Severe degeneration of peripheral motor axons after spinal cord Injury: A European Multicenter Study in 345 Patients // *Neurorehabilitation and Neural. Repair*. – 2010. – V.24 – N.7 – P.657– 665. doi: 10.1177/1545968310368534
538. Van der Meer P., Post M.W.M, Van Leeuwen C.M.C., Van Kuppevelt H.J.M., Smit C.A.J., van Asbeck F.W.A. Impact of health problems secondary to SCI one and five years after first inpatient rehabilitation // *Spinal Cord*. – 2017. – V.55 – P.98–104. doi: 10.1038/sc.2016.103
539. Van Lieshout G. User Manual Van Lieshout Test. / Hoensbroek: iRv, 2003.
540. Van Lieshout E.C.C., Van de Port I.G., Dijkhuizen R.M., Visser-Meily J.M.A. Does upper limb strength play a prominent role in health-related quality of life in stroke patients discharged from

- inpatient rehabilitation? // *Top Stroke Rehabil.* – 2020. – V.27 – N7. –P.525-533. doi: 10.1080/10749357.2020.1738662
541. Van Middendorp J.J., Hosman A.J.F., Donders A.R.T., Pouw M.H., Ditunno Jr. J.F., Curt A., C H Geurts A.C.H., Van de Meent H., EM-SCI Study Group A clinical prediction rule for ambulation outcomes after traumatic spinal cord injury: a longitudinal cohort study // *Lancet.* – 2011. – V.377(9770) – P.1004-1010. doi: 10.1016/S0140-6736(10)62276-3
542. Van Tuijl J.H., Janssen-Potten Y.J.M., Seelen H.A.M. Evaluation of upper extremity motor function tests in tetraplegics // *Spinal Cord.* – 2002. – V.40 – N.2 – P.51-64. doi: 10.1038/sj.sc.3101261.
543. Van Zyl N., Hill B., Cooper C., Hahn J., Galea M.P. Expanding traditional tendon-based techniques with nerve transfers for the restoration of upper limb function in tetraplegia: a prospective case series // *Lancet.* – 2019. – V.394(10198) – P.565-575. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31143-2
544. Vasanthan L.T., Nehrujee A., Solomon J., Tilak M. Electrical stimulation for people with spinal cord injury // *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2019. – N.11 – P.CD013481. doi: 10.1002/14651858.CD013481
545. Vasudev A., O'Brien J.T., Tan M.P., Parry S. W, Thomas A. J. A study of orthostatic hypotension, heart rate variability and baroreflex sensitivity in late-life depression // *J. Affect Disord.* – 2011. – V.131 – N.1-3 – P.374-378. doi: 10.1016/j.jad.2010.11.001
546. Vaynman S., Ying Z., Gomez-Pinilla F. Interplay between brain-derived neurotrophic factor and signal transduction modulators in the regulation of the effects of exercise on synaptic-plasticity // *Neuroscience.* 2003. – V.122 – N.3 – P.647-657. doi: 10.1016/j.neuroscience.2003.08.001
547. Veldman M.P., Zijdwind I., Solnik S., Maffiuletti N.A., Berghuis K.M., Javet M. Direct and crossed effects of somatosensory electrical stimulation on motor learning and neuronal plasticity in humans // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2015. – V.115 – N.12 – P.2505-2519. doi: 10.1007/s00421-015-3248-z
548. Velstra I.M., Bolliger M., Tanadini L.G., Baumberger M., Abel R., Rietman J.S., Curt A. Prediction and stratification of upper limb function and self-care in acute cervical spinal cord injury with the graded redefined assessment of strength, sensibility, and prehension (GRASSP) // *Neurorehabil. Neural. Repair.* – 2014. – V.28 – N.7 – P.632-642. doi: 10.1177/1545968314521695
549. Velstra I.M., Bolliger M., Krebs J., Rietman J.S., Curt A. Predictive value of upper limb muscles and grasp patterns on functional outcome in cervical spinal cord injury // *Neurorehabil. Neural. Repair.* – 2016. – V.30 – N.4 – P.295-306. doi: 10.1177/1545968315593806
550. Wackerlin S., Gemperli A., Diana Sigrist-Nix D., Arnet U. Need and availability of assistive devices to compensate for impaired hand function of individuals with tetraplegia // *J. Spinal Cord Med.* – 2020. – V.43 – N.1 – P.77-87. doi: 10.1080/10790268.2018.1479054

551. Wadsworth B.M., Haines T.P., Cornwell P.L., Paratz J.D. Abdominal binder use in people with spinal cord injuries: a systematic review and meta-analysis // *Spinal Cord*. – 2009. – V.47 – N.4 – P.274-285. doi: 10.1038/sc.2008.126
552. Wadsworth B.M., Haines T.P., Cornwell P.L., Rodwell T.L., Paratz J.D. Abdominal binder improves lung volumes and voice in people with tetraplegic spinal cord injury // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2012. – V.93 – N.12 – P.2189–2197. doi: 10.1016/j.apmr.2012.06.010
553. Wagner J.P., Curtin C.M., Gater D.R., Chung K.C. Perceptions of people with tetraplegia regarding surgery to improve upper-extremity function // *J. Hand Surg. Am.* – 2007. – V.32 – N.4 – P.483-490. doi: 10.1016/j.jhsa.2007.01.015
554. Walker J.R., Detloff M.R. Plasticity in cervical motor circuits following spinal cord injury and rehabilitation // *Biology (Basel)*. – 2021. – V.10 – N.10 – P.976. doi: 10.3390/biology10100976
555. Walter M., Knüpfer S.C., Cragg J.J., Leitner L., Schneider M.P., Mehnert U., Krassioukov A.V. Prediction of autonomic dysreflexia during urodynamics: a prospective cohort study // *BMC Med.* – 2018. – V.16 – N.1 – P.53. doi: 10.1186/s12916-018-1040-8.
556. Wan D., Krassioukov A.V. Life-threatening outcomes associated with autonomic dysreflexia: a clinical review // *J. Spinal Cord Med.* – 2014. – V.37 – N.1 – P.2-10. doi: 10.1179/2045772313Y.0000000098
557. Wang X., Li X., Zuo X., Liang Z., Ding T., Li K., Ma Y., Li P., Zhu Z., Ju C. Photobiomodulation inhibits the activation of neurotoxic microglia and astrocytes by inhibiting Lcn2/JAK2-STAT3 crosstalk after spinal cord injury in male rats // *J. Neuroinflammation*. – 2021. – V.18 – N.1 – P.256. doi: 10.1186/s12974-021-02312-x
558. Wang Y.C., Hart D.L., Stratford P.W., Mioduski J.E. Baseline dependency of minimal clinically important improvement. *Phys Ther.* – 2011. – V.91 – P.675–688. doi: 10.2522/ptj.20100229
559. Wangdell J., Fridén J. Satisfaction and performance in patient selected goals after grip reconstruction in tetraplegia // *J. Hand Surg. Eur.* – 2010. – V.35 – N.7 – P. 563-568. doi: 10.1177/1753193410373184
560. Wangdell J., Bunketorp-Käll L., Koch-Borner S., Fridén J. Early active rehabilitation after grip reconstructive surgery in tetraplegia // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2016. – V.97 – N.6 – P.117-125. doi: 10.1016/j.apmr.2015.09.025
561. Wangdell J., Fridén, J. Outcomes of reconstructive hand surgery in patients with tetraplegia and neuropathic pain // *Spinal cord*. – 2018. – V.56 – N.12 – P.1194-1198. doi: 10.1038/s41393-018-0164-1
562. Ward S.R., Peace W.J., Fridén J., Lieber R.L. Dorsal transfer of the brachioradialis to the flexor pollicis longus enables simultaneous powering of key pinch and forearm pronation // *J. Hand Surg. Am.* – 2006. – V.31 – N.6 – P.993-997. doi: 10.1016/j.jhsa.2006.02.025

563. Waters R.L., Adkins R.H., Yakura J. Profiles of spinal cord injury and neurologic recovery following gunshot // Clin. Orthop. Relat Res. – 1991. – V.267 – P.14-21
564. Waters R.L., Adkins R.H., Yakura J.S. Motor and sensory recovery following complete tetraplegia // Arch Phys Med Rehabil. – 1993. – V.74 – N.3 – P.242-247
565. Waters R.L., Adkins R.H., Yakura J.S., Sie I. Motor and sensory recovery following incomplete tetraplegia // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1994. – V.75 – N.3 – P.306-311. doi: 10.1016/0003-9993(94)90034-5
566. Weaver LC, Marsh DR, Gris D, Brown A, Dekaban GA. Autonomic dysreflexia after spinal cord injury: central mechanisms and strategies for prevention // Prog. Brain Res. – 2006. – V.152 – P.245–263. doi: 10.1016/S0079-6123(05)52016-8
567. Wecht J.M., Radulovic M., Lessey J., Spungen A.M., Bauman W.A. Common carotid and common femoral arterial dynamics during head-up tilt in persons with spinal cord injury // J. Rehab. Res. Dev. – 2004. – V.41 – N.1 – P.89–94. doi: 10.1682/jrrd.2004.01.0089
568. Weingarden S.I., Martin C. Independent dressing after spinal cord injury: a functional time evaluation // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1989. – V.70 – P.518-519
569. Welch R.D., Lobley S.J., O'Sullivan S.B., Freed M.M. Functional independence in quadriplegia: critical levels // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1986. – V.67 – N.4 – P.235-240
570. Werhagen L., Budh C.N., Hultling C., Molander C. Neuropathic pain after traumatic spinal cord injury-relations to gender, spinal level, completeness, and age at the time of injury // Spinal Cord. – 2004. – V.42 – N.12 – P.665-673. doi: 10.1038/sj.sc.3101641
571. Williams R., Murray A. Prevalence of depression after spinal cord injury: a meta-analysis // Arch. Phys. Med. Rehabil. 2015. – V.96 – N.1 – P.133-140. doi: 10.1016/j.apmr.2014.08.016
572. Wilson J.R., Cadotte D.W., Fehlings M.G. Clinical predictors of neurological outcome, functional status, and survival after traumatic spinal cord injury: a systematic review // J. Neurosurg Spine. – 2012. – V.17 – N.1 – P.11-26. doi: 10.3171/2012.4.AOSpine1245
573. Wilson J.R., Grossman G., Frankowski R.F., Kiss A., Davis A.M., Kulkarni A.V. A clinical prediction model for long-term functional outcome after traumatic spinal cord injury based on acute clinical and imaging factors // J. Neurotrauma. – 2012. – V.29 – N.13 – P.2263-2271. doi: 10.1089/neu.2012.2417.
574. Wong K.R., Mychasiuk R., O'Brien T.J., Shultz S.R., McDonald S.J., Brady R.D. Neurological heterotopic ossification: novel mechanisms, prognostic biomarkers and prophylactic therapies // Bone Res. 2020. – V.8 – N.1 – P.42. doi: 10.1038/s41413-020-00119-9
575. Woodford H.J., Price C.I.M. EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke // Cochrane Database Syst. Rev. – 2007. – N.2 – P.CD004585. doi: 10.1002/14651858.CD004585.pub2

576. Wressle E., Lindstrand J., Neher M., Marcusson J., Henriksson C. The Canadian Occupational Performance Measure as an outcome measure and team tool in a day treatment programme // Disability and Rehabilitation. – 2003. – V.25 – N.10 – P.497-506. doi: 10.1080/0963828031000090560
577. Wuolle K.S., Bryden A.M., Peckham P.H., Murray P.K., Keith M. Satisfaction with upper-extremity surgery in individuals with tetraplegia // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2003. – V.84 – N.8 – P.1145-1149. doi: 10.1016/s0003-9993(03)00292-2
578. Wyndaele M., Wyndaele J.J. Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey? // Spinal Cord. – 2006. – V.44 – N.9 P.523-529. doi: 10.1038/sj.sc.3101893
579. Xie J., Boakye M. Electrophysiological outcomes after spinal cord injury // Neurosurg. Focus. – 2008. – V.25 – N.5 – P.11. doi: 10.3171/FOC.2008.25.11.E11.
580. Xu X., Talifu Z., Zhang C.-J., Gao F., Ke H. Mechanism of skeletal muscle atrophy after spinal cord injury: A narrative review // Front Nutr. –2023. – N.10. – P.1099143. doi: 10.3389/fnut.2023.1099143
581. Yang S.Y., Lin C.Y., Lee Y.C., Chang J.H. The Canadian occupational performance measure for patients with stroke: a systematic review // J. Phys. Ther. Sci. 2017. – V.29 – N.3 – P.548–555. doi:10.1589/jpts.29.548
582. Yang Z., Wu Y., Zhang H., Jin P., Wang W. Low-level laser irradiation alters cardiac cytokine expression following acute myocardial infarction: a potential mechanism for laser therapy // Photomed. Laser Surg. 2011. – V.29 – N.6 – P.391-398. doi: 10.1089/pho.2010.2866
583. Yarkony G.M., Roth E.J., Heinemann A.W., Lovell L., Wu Y.C. Functional skills after spinal cord injury rehabilitation: three-year longitudinal follow-up // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1988. – V.69 – N.2 – P.111-114
584. Yeo J.D., Walsh J., Rutkowski S., Soden R., Craven M., Middleton J., Mortality following spinal cord injury. Spinal cord. – 1998. – V.36 – N.5 – P.329-336. doi: 10/1038/sj.sc.3100628
585. Yeoh M., McLachlan E.M., Brock J.A. Tail arteries from chronically spinalized rats have potentiated responses to nerve stimulation in vitro // J. Physiol. – 2004. – V.556 – N.2 – P.545-555. doi: 10.1113/jphysiol.2003.056424
586. Yilmaz F., Sahin F., Aktug S., Kuran B., Yilmaz A. Long-term follow-up of patients with spinal cord injury. Neurorehabil // Neural. Repair. – 2005. – V.19 – N.4 – P.332-337. doi: 10.1177/1545968305280210
587. Yolcu Y.U., Wahood W., Goyal A., Alvi M.A., Reeves R.K., Qu W. Factors Associated with Higher Rates of Heterotopic Ossification after Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis // Clin. Neurol. Neurosurg. – 2020. – V.195 – P.105821. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.105821

588. Yoo H.J., Lee S., Kim J., Park C., Lee B. Development of 3D-printed myoelectric hand orthosis for patients with spinal cord injury // *J. Neuroeng. Rehabil.* – 2019. – V.16 – N.1 – P.162. doi: 10.1186/s12984-019-0633-6
589. Yoshida T., Masani K., Sayenko D.G., Miyatani M., Fisher J.A., Popovic M.R. Cardiovascular response of individuals with spinal cord injury to dynamic functional electrical stimulation under orthostatic stress // *IEEE Trans. Neural. Syst. Rehabil. Eng.* – 2013. – V.21 – N.1 – P.37-46. doi: 10.1109/TNSRE.2012.2211894
590. Yozbatiran N., Francisco G.E. Robot-assisted therapy for the upper limb after cervical spinal cord injury // *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* – 2019. – V.30 – N.2 – P.367-384. doi: 10.1016/j.pmr.2018.12.008
591. Yue Z., Zhang X., Wang J. Hand rehabilitation robotics on poststroke motor recovery // *Behavioural neurology.* – 2017. – P.3908135. doi: 10.1155/2017/3908135
592. Zafonte R.D., Demangone D.A., Herbison G.J., Ditunno J.F. Daily self-care in quadriplegic subjects // *NeuroRehabil.* – 1991. – N.1 – P.17-24
593. Zariffa J., Kapadia N., Kramer J.L.K., Taylor P., Alizadeh-Meghbrazi M., Zivanovic V., Willms R., Townson A., Curt A., Popovic M.R., Steeves J.D. Feasibility and efficacy of upper limb robotic rehabilitation in a subacute cervical spinal cord injury population // *Spinal Cord.* – 2012. – V.50 – N.3 – P.220-226. doi: 10.1038/sc.2011.104
594. Zariffa J., Steeves J., Pai D.K. Changes in hand muscle synergies in subjects with spinal cord injury: characterization and functional implications // *J. Spinal Cord Med.* – 2012. – V.35 – N.5 – P.310-318. doi: 10.1179/2045772312Y.0000000037
595. Zehnder Y., Lüthi M., Michel D., Knecht H., Perrelet R., Neto I. Long-term changes in bone metabolism, bone mineral density, quantitative ultrasound parameters, and fracture incidence after spinal cord injury: a cross-sectional observational study in 100 paraplegic men // *Osteoporos. Int.* – 2004. – V.15 – N.3 – P.180-189. doi: 10.1007/s00198-003-1529-6
596. Zhang F., Li Q., Qin W., Ren W., Zhu P. A study of the biological effects of low-level light // *Lasers Med. Sci.* – 2024. – V.39 – N.1 – P.74. doi: 10.1007/s10103-024-04018-x
597. Zlotolow D.A. The role of the upper extremity surgeon in the management of tetraplegia // *J. Hand Surg. Am.* – 2011. – V.36 – N.5 – P.929–935. doi: 10.1016/j.jhsa.2011.03.001

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 111 – Опросник вегетативной дисфункции после ПСМ (Autonomic Dysfunction Following Spinal Cord Injury, ADFSCI)

Вопросы*	0	1	2	3	4
Вегетативная дизрефлексия					
1. Как часто ВД (головная боль, потоотделение, мурашки по коже) возникает в следующих ситуациях?					
Физические упражнения					
Мочеиспускание					
Дефекация					
Сексуальная активность					
В результате другой известной причины					
Спонтанно, причина неизвестна					
2. Как часто Вы испытываете нижеуказанные симптомы в течение дня?					
Головная боль					
Избыточное потоотделение выше уровня повреждения					
Парестезии (мурашки по коже)					
Беспокойство					
Чувство сердцебиения					
3. Как часто Вы испытываете эти симптомы во время физических упражнений?					
Головная боль					
Избыточное потоотделение выше уровня повреждения					
Парестезии (мурашки по коже)					
Беспокойство					
Чувство сердцебиения					
4. Как часто Вы испытываете эти симптомы во время мочеиспускания?					
Головная боль					
Избыточное потоотделение выше уровня повреждения					
Парестезии (мурашки по коже)					
Беспокойство					
Чувство сердцебиения					

Продолжение таблицы 111

Вопросы*	0	1	2	3	4
5. Как часто Вы испытываете эти симптомы во время дефекации?					
Головная боль					
Избыточное потоотделение выше уровня повреждения					
Парестезии (мурашки по коже)					
Беспокойство					
Чувство сердцебиения					
6. Как часто Вы испытываете эти симптомы во время сексуальной активности?					
Головная боль					
Избыточное потоотделение выше уровня повреждения					
Парестезии (мурашки по коже)					
Беспокойство					
Чувство сердцебиения					
7. Как часто Вы испытываете эти симптомы, когда причина неизвестна?					
Головная боль					
Избыточное потоотделение выше уровня повреждения					
Парестезии (мурашки по коже)					
Беспокойство					
Чувство сердцебиения					
Насколько это симптомы нарушают Вашу ежедневную активность (упражнения, одевание, купание, пр.)?					
8. Насколько нижеуказанные симптомы влияют на вашу ежедневную активность и мешают выполнению физических упражнений? **					
Симптомы	ADL	Физические упражнения	Сексуальная активность		
Головная боль	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Избыточное потоотделение	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Парестезии (мурашки по коже)	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Беспокойство	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Чувство сердцебиения	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		

Продолжение таблицы 111

Вопросы*	0	1	2	3	4
Ортостатическая гипотензия					
9. Как часто Вы испытываете нижеуказанные симптомы в течение дня? *					
Головокружение					
Шаткость, неустойчивость					
Расплывчатость зрения					
Тошнота					
Слабость					
Спутанность					
Утомление					
Потеря сознания					
10. Как часто Вы испытываете нижеуказанные симптомы при пересаживании с кровати в кресло-коляску?					
Головокружение					
Шаткость, неустойчивость					
Расплывчатость зрения					
Тошнота					
Слабость					
Спутанность					
Утомление					
Потеря сознания					
11. Как часто Вы испытываете нижеуказанные симптомы после еды?					
Головокружение					
Шаткость, неустойчивость					
Расплывчатость зрения					
Тошнота					
Слабость					
Спутанность					
Утомление					
Потеря сознания					
12. Как часто вы испытываете нижеуказанные симптомы во время или после выполнения физических упражнений?					
Головокружение					
Шаткость, неустойчивость					
Расплывчатость зрения					

Продолжение таблицы 111

Вопросы*		0	1	2	3	4
Тошнота						
Слабость						
Спутанность						
Утомление						
Потеря сознания						
13. Как нижеуказанные симптомы влияют на Вас при выполнении пересаживания, после приема пищи, во время или после выполнения физических упражнений? **						
Симптомы	Пересаживание	После еды		Во время или после упражнений		
Головокружение	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
Шаткость, неустойчивость	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
Расплывчатость зрения	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
Тошнота	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
Слабость	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
Спутанность	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
Утомление	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
Потеря сознания	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		0 1 2 3 4		
14. Ситуации, в которых возникают симптомы ОГ:						
0	Я никогда не испытываю симптомы ОГ ни при каких обстоятельствах					
1	Я иногда испытываю симптомы ОГ в таких ситуациях, как длительная вертикализация (сидя/стоя), прием пищи, физическое напряжение (ходьба, перемещение в кресле-коляске), воздействие тепла (теплый день, горячая ванна, душ)					
2	Я часто испытываю симптомы ОГ в таких ситуациях, как длительная вертикализация (сидя/стоя), прием пищи, физическое напряжение (ходьба, перемещение в кресле-коляске), воздействие тепла (теплый день, горячая ванна, душ)					
3	Я очень часто испытываю симптомы ОГ в таких ситуациях, как длительная вертикализация (сидя/стоя), прием пищи, физическое напряжение (ходьба, перемещение в кресле-коляске), воздействие тепла (теплый день, горячая ванна, душ)					
4	Я всегда испытываю симптомы ОГ во время вертикализации, специальные условия не имеют значения					

Продолжение таблицы 111

Вопросы*		0	1	2	3	4
15. Время в положении сидя/стоя:						
0	Я могу садиться, вставать так долго, как необходимо без появления симптомов ОГ					
1	Я могу садиться, вставать дольше 15 минут без появления симптомов ОГ					
2	Я могу садиться, вставать в течение 5–14 минут без появления симптомов ОГ					
3	Я могу садиться, вставать в течение 1–4 минут без появления симптомов ОГ					
4	Я могу садиться, вставать меньше 1 минуты до появления симптомов ОГ					

Примечания: * 0 – никогда, 1 – редко, 2 – иногда, 3 – часто, 4 – очень часто, ** 4 – практически прикован к кровати.