

На правах рукописи

ПОНИНА ИРИНА ВИТАЛЬЕВНА

ОСОБЕННОСТИ КОРРЕКЦИИ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА
ДЕТЕЙ С ПОЗВОНОЧНО–СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ НА РАННИХ
ЭТАПАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

3.1.21. Педиатрия

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Москва 2025

Работа выполнена в государственном бюджетном учреждении здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии – Клиника доктора Рошаля» Департамента здравоохранения города Москвы

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор

доктор медицинских наук

Валиуллина Светлана Альбертовна

Новосёлова Ирина Наумовна

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор РАН

заведующая отделением педиатрической гастроэнтерологии, гепатологии и диетологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Строкова Татьяна Викторовна

доктор медицинских наук

руководитель Клиники медицинской реабилитации, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и восстановительного лечения ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И.Пирогова «Министерства здравоохранения Российской Федерации»

Даминов Вадим Дамирович

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «___» _____ 2025 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 21.1.026.01 при ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России по адресу: 119991, Москва, Ломоносовский проспект, 2 стр. 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России по адресу: 119991, Москва, Ломоносовский проспект, 2 стр. 1 и на сайте <http://www.nczd.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук, профессор РАН

Винярская Ирина Валериевна

Актуальность

Энтеральное питание оказывает существенное влияние на восстановление пациентов с тяжелой хирургической и соматической патологией. Многочисленные проведенные исследования доказывают, что при расстройстве нутритивного статуса значительно снижается эффективность лечебных и реабилитационных мероприятий: в 6 раз увеличивается количество септических и инфекционных осложнений, в 11 раз возрастают показатели летальности (Луфт В.М. 2002).

Основным способом коррекции нутритивных потерь является нутритивная поддержка. Она направлена на своевременное выявление, предупреждение и коррекцию недостаточности питания с помощью специальных лечебных смесей для энтерального питания (Луфт В.М. 2002, Gorgey A.S 2014, Сорвачева Т.Н. 2022, Боровик Т.Э. 2022).

В медицинской практике широко используются протоколы нутритивной поддержки взрослых пациентов, перенесших инсульт, тяжелую черепно-мозговую травму, ожоговую болезнь, позвоночно-спинномозговую травму (ПСМТ) и прочую тяжелую патологию. В основе протоколов лежит оценка нутритивного статуса с определением степени белково-энергетической недостаточности для нутритивной коррекции с обеспечением организма пациента макронутриентами с помощью модифицированных диет и/или смесей для энтерального питания (Anker S.D 2003, Bonilla-Palomas J.L 2011, Cederholm T.2015, Ayed Al-Qahtani 2025).

Течение ПСМТ у взрослых характеризуется коротким периодом гиперметаболизма и длительным гиперкатаболизмом, сопровождающимся снижением энергозатрат покоя уже на ранних этапах восстановления (Khalil R.E 2013). Компенсация отрицательного азотистого баланса в организме, как следствие гиперкатаболизма, происходит, прежде всего, за счет распада скелетной мускулатуры. В результате, уже к 6 неделе после травмы у взрослых пациентов отмечается уменьшение площади поперечного сечения мышц до 48% (Gorgey A.S 2007, Mamerow M.M.2014, Rogobete A.F2019). Попытки компенсировать значительные потери белково-энергетического субстрата путем повышения алиментации не доказали свою эффективность и названы многими авторами «бесполезным циклом нутриентов» (Dionyssiotis Y 2014).

Исследований, посвященных комплексной оценке нутритивного статуса и способам его коррекции у детей с тяжелой патологией очень мало, а при ПСМТ практически отсутствуют. Все вышеперечисленное определило актуальность настоящей работы, направленной на оптимизацию способов нутритивной коррекции нарушений трофологического статуса детей с ПСМТ на этапах ранней активной реабилитации.

Степень разработанности темы

Разработка принципов персонализированного питания взрослых пациентов отражена в работах А.М. Уголева (1991), Ю.М.Гальперина(1975). Влиянию энтерального питания на результаты лечения пациентов хирургического и терапевтического профиля посвящены исследования Костюченко А.Л.

(1996); Хорошилова И.Е. (1998, 2000). В 2003 году Луфтом В.М. были разработаны рекомендации по клиническому питанию больных в интенсивной медицине, а в 2017 году Лейдерманом И.Н.- рекомендации по нутритивной поддержке пациентов в периоперационном периоде. В 2014 и 2017 гг. Лейдерман И.Н.и Шестопапов А.И.опубликовали работу «Нутритивная поддержка онкологических пациентов», а в 2020г. Шестопапов А.И.- «Нутритивная поддержка в паллиативной медицине».

В 2009г. Европейская ассоциация ESPEN разработала рекомендации по нутритивной поддержке детей в критическом состоянии, которые постоянно дорабатываются как зарубежными (Agostoni С 2005; В.Koletzko, O.Goulet, 2005; S.Kolacek, 2015), так и отечественными (Сорвачева Т.Н., Боровик Т.Э. (2000, 2022)) экспертами по клиническому питанию. В 2021 году разработаны методические рекомендации по нутритивной поддержке детей паллиативного профиля (Луфт В.М. с соавт 2021), проводятся исследования по клиническому питанию детей с ДЦП (Камалова А.А., 2021, Боровик Т.Э., Звонкова Н.Г.2024), пациентов с ожоговой травмой (Ерпулева Ю.В., 2019).

Вместе с тем, вопросы оценки состояния нутритивного статуса и нутритивной поддержки детей с ПСМТ на раннем этапе активной реабилитации до настоящего времени остаются открытыми. Учитывая особенности метаболизма детского организма и его потребности в макронутриентах с учетом дальнейшего роста и развития, решение указанных вопросов является важным и необходимым для предотвращения алиментарнозависимых осложнений и улучшения результатов активной ранней реабилитации. Все вышесказанное определило цели и задачи настоящего исследования.

Цель исследования

Улучшить результаты реабилитации детей с позвоночно-спинномозговой травмой путем оптимизации нутритивной поддержки.

Задачи исследования

1. Оценить риск формирования нутритивного дефицита у детей с позвоночно-спинно-мозговой травмой в зависимости от уровня повреждения спинного мозга.
2. Изучить состояние нутритивного статуса, компонентный состав тела у детей с позвоночно-спинномозговой травмой в зависимости от уровня повреждения спинного мозга и времени, прошедшего после травмы.
3. Установить потребность в энергии и белке у детей с позвоночно спинномозговой травмой на I и II этапах реабилитации.
4. Оценить влияние пассивной нагрузки и активной работы на величину энергозатрат и определить возможность расчета истинных энергопотребностей у детей с позвоночно-спинномозговой травмой.
5. Разработать и обосновать алгоритм назначения нутритивной поддержки и оценить эффективность его применения у детей с позвоночно спинномозговой травмой.

Научная новизна

Проведенное комплексное исследование состояния нутритивного статуса детей, перенесших позвоночно-спинномозговую травму, позволило:

- впервые определить высокие риски развития нутритивного дефицита, приводящие к формированию белково-энергетической недостаточности, с использованием опросника STRONGkids у детей с ПСМТ на раннем этапе реабилитации;
- впервые, в результате проведенной комплексной оценки нутритивного статуса, выявить высокую распространенность недостаточности питания у детей с ПСМТ (до 46%);
- впервые рассчитать потребности в калориях и белке у детей с ПСМТ в покое, при пассивной нагрузке и активной работе;
- впервые получить данные об отсутствии зависимости базовых энергопотребностей от уровня повреждения спинного мозга, но прямой взаимосвязи со временем, прошедшим после травмы;
- впервые установить влияние пассивной нагрузки и активной работы на энергозатраты у данных пациентов;
- впервые доказать, что при определении объема и интенсивности двигательной нагрузки в программе комплексной реабилитации имеет значение состояние нутритивного статуса пациента.
- впервые подтверждено, что на величину истинных энергозатрат влияет двигательная нагрузка с учетом интенсивности, объема и времени активной работы.
- впервые разработан алгоритм нутритивной поддержки детей с ПСМТ на I и II этапах реабилитации с учетом интенсивности проводимых реабилитационных мероприятий.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Комплексная оценка нутритивного статуса детей с ПСМТ на I и II этапах реабилитации выявила высокую частоту формирования недостаточности питания у данной категории пациентов

Обоснована необходимость своевременной диетологической коррекции нутритивного дефицита лечебными смесями для энтерального питания методом сипинга или альтернативным способом (назогастральный зонд) у пациентов с ПСМТ в периоперационном периоде или при отказе пациента от еды. Полученные данные об особенностях метаболизма позволили разработать способ расчета истинных энергозатрат на ранних этапах реабилитации и определить поправочные коэффициенты (Патент на изобретение № 2733709 от 05.02.2020г. «Способ расчета нутритивной поддержки детей с позвоночно-спинномозговой травмой»).

Выявленная достоверная разница в энергозатратах в покое и при активной нагрузке у маломобильных детей с ПСМТ доказала значимость активной ранней реабилитации в восстановлении детей после травмы, в том числе, и повышении реабилитационного потенциала (Патент на изобретение № 2755455 от 29.12.2020 «Способ расчета реабилитационного потенциала у детей после позвоночно-спинномозговой травмы»).

На основании полученных результатов разработан и внедрен в практическую деятельность отделений нейрохирургии и реабилитации НИИ НДХиТ «Алгоритм назначения нутритивной поддержки детей с ПСМТ на ранних этапах восстановления» (Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2020621773 «Система комплексного сопровождения ребенка с острыми травматическими повреждениями: организационная модель детской реабилитации»). Внедрение данного алгоритма способствует раннему восстановлению трофологического статуса, снижает риск развития алиментарно-зависимых осложнений, повышает результативность проводимых реабилитационных мероприятий.

Разработанный алгоритм нутритивной поддержки включен в программу многофункционального реабилитационного телемедицинского сервиса «KIDS-REHAB» для дистанционной реабилитации и мониторинга состояния детей с ПСМТ, предназначенного как для родителей, так и специалистов мультидисциплинарной реабилитационной команды. Результаты исследования используются в рамках научно-образовательной деятельности «Школы НИИ НДХиТ», а также циклов повышения квалификации при реализации программ дополнительного профессионального образования НИИ НДХиТ, а также циклах подготовки специалистов по физической реабилитационной медицине Кафедры физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации РМАНПО.

Результаты исследования вошли в Методические рекомендации ДЗМ «Система ранней комплексной реабилитации детей с тяжелой позвоночно-спинномозговой травмой» (№ 2019622513 от 10.01.2020), где предложены критерии составления программы двигательной реабилитации с учетом объема и интенсивности физической нагрузки на основании нутритивного статуса пациентов.

Положения, выносимые на защиту

1. Персонализированный подход к назначению нутритивной поддержки детей с ПСМТ с учетом состояния нутритивного статуса и определения индивидуальных потребности в макро- и микронутриентах является обязательным при составлении программы ранней реабилитации.

2. Метод непрямой калориметрии является основным объективным способом определения энергозатрат покоя у детей с ПСМТ на раннем этапе восстановления. Расчётные уравнения Харрис-Бенедикта для определения энергозатрат покоя возможно использовать без поправочных коэффициентов только через 3 месяца после ПСМТ.

3. Способ расчета истинных энергозатрат при активной двигательной реабилитации детей с ПСМТ, учитывающий время активной работы и поправочные коэффициенты, позволяет персонифицировать нутритивную поддержку.

4. Предложенный алгоритм нутритивной поддержки детей после ПСМТ на раннем этапе реабилитации способствует восстановлению трофологического статуса, уменьшает риски возникновения алиментарнозависимых осложнений, обеспечивает эффективность реабилитационных мероприятий.

Степень достоверности результатов исследования

В исследование было включено достаточное количество пациентов (n=101), несмотря на редкость патологии. Достоверность полученных результатов проведенного исследования подтверждена данными системного анализа и имеет высокую статистическую значимость. Оценку степени достоверности проводили с помощью использования программы Statistica ver.10. Полученные данные вносили в электронную таблицу Excel Microsoft Cor. Применяли вычислительные и графические возможности редактора электронных таблиц Excel. Данные анализировались на соответствие нормальному статистическому распределению. Отличия между параметрами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Апробация работы

Материалы диссертации доложены и обсуждены на: VII, VIII, IX, X Всероссийских конференциях с международным участием «Неотложная детская хирургия и травматология» в составе конгресса педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии» (Москва 2019-2023 гг.); XXI конгрессе педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии» (Москва 2019г.); XI, XII, XIII XIV Международных конгрессах «Нейрореабилитация» (Москва 2019-2022 гг.); IV Международной научно-практической конференции по нейрореабилитации в нейрохирургии (Москва 2019 г.); XVII, XIX Международных конгрессах «Реабилитация и санаторно-курортное лечение» (Москва 2019, 2021 гг.); XVIII, XX Российских конгрессах «Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии» (Москва 2019, 2021 гг.); III, IV, V, VII Российских Конгрессах с международным участием "Физическая и реабилитационная медицина" (Москва 2019-2023 гг.); Всероссийском научно-практическом форуме «Педиатрия сегодня» (Москва, 2022 г.); VI Международном научно-практическом конгрессе VITA RENAV WEEK (Екатеринбург 2023 г.), Conference «Pediatric spinal cord injury/ Dysfunction» (Orlando Florida 2021).

Публикации по теме работы

По материалам исследования опубликовано 14 научных работ, в том числе 7 публикаций в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для опубликования основных результатов диссертаций, из них 5 статей и 2 патента на изобретения.

Внедрение результатов исследования в практику

Основные положения диссертационного исследования внедрены и используются в клинической, научной и учебной работе ГБУЗ «НИИ НДХиТ - Клиника доктора Рошаля»; в учебном и научном процессе на кафедрах медицинской реабилитации и спортивной медицины ГБУЗ ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, на кафедре физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России и кафедре реабилитологии и спортивной медицины Казанской государственной медицинской академии - филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России.

Личный вклад автора

Автором проведен поиск и анализ отечественных и зарубежных литературных источников, сформулированы цель и задачи научной работы, разработан дизайн исследования, создана база данных пациентов. При непосредственном участии автора проведены обработка, оценка и обобщение полученных результатов, с учетом которых сформулированы выводы и практические рекомендации.

Методология и методы исследования

Теоретической и методологической основой исследования послужили научные работы отечественных и зарубежных исследователей. На их основе разработана программа комплексного клинико-статистического исследования, сформулирована цель и задачи. Работа выполнена в виде сравнительного проспективного исследования с использованием клинических, инструментальных и статистических методов. Для выполнения поставленных задач применялись клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования. Клинический осмотр включал оценку пищевого статуса с определением антропометрических индексов (Z-scores), выявление осложнений, неврологический осмотр - определение уровня повреждения спинного мозга и двигательного дефицита. Лабораторный мониторинг проводился для оценки показателей белкового пула (общий белок, альбумин), абсолютного числа лимфоцитов периферической крови, холестерина. Из инструментальных методов применялись непрямая калориметрия с нагрузочным тестированием, МРТ. Исследование выполнено с соблюдением принципов доказательной медицины (создание базы данных и статистическая обработка результатов).

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, литературного обзора 2 глав собственных исследований, выводов, практических рекомендаций, библиографического указателя и списка сокращений. Текст изложен на 143 страницах машинописного текста, иллюстрирован 34 таблицами, 29 рисунками. Список литературы включает 159 источников, из которых 119 – в зарубежных изданиях.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнялась в ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии – Клиника доктора Рошаля Департамента здравоохранения города Москвы» (далее НИИ НДХиТ) на базе нейрохирургического отделения (руководитель д.м.н. Семенова Ж.Б.) и отдела реабилитации (руководитель д.м.н., профессор Валиуллина С.А.). Исследование осуществлялось в рамках НИР «Медико-конвергентный подход в профилактике и реабилитации последствий и осложнений травмы у детей» №123042500031, подтемы «Особенности коррекции нутритивного статуса детей с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) на раннем этапе восстановления».

Проведение исследования было одобрено Комитетом по биомедицинской этике института (протокол № 4 от 3.09.2022 г.), выполнялось в соответствии со стандартами Хельсинской декларации всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными

Приказом МЗ и СР РФ №226 от 19 июня 2003 г. Пациенты, их представители подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

На первом этапе изучался мировой и отечественный опыт нутритивной поддержки пациентов с тяжелой патологией. На втором этапе исследовались риск формирования нутритивного дефицита, особенности нутритивного статуса и компонентный состав тела у детей с ПСМТ в зависимости от уровня повреждения спинного мозга и времени прошедшего после травмы. Третий этап был посвящен анализу потребности пациентов в основных макронутриентах, оценивалось влияние пассивной нагрузки и активной работы на величину энергозатрат и возможность расчета истинных энергопотребностей. На четвертом этапе разрабатывался алгоритм назначения нутритивной поддержки и оценивалась эффективность его применения у детей с ПСМТ.

В исследование был включен 101 ребенок с ПСМТ в возрасте от 9 до 17 лет, госпитализированных в НИИ НДХиТ в период с 2014 по 2024 годы. Средний возраст детей составил $14,4 \pm 2,89$ лет. Мальчиков было 71 человек (70%), девочек 30 (30%). По уровню двигательного дефицита 49,5% (n=50) пришлось на детей с травмой шейного отдела спинного мозга (тетрапарез, верхний парапарез и нижняя параплегия), а 50,5% (n=51) – на пациентов с травмой грудного/поясничного отделов (нижняя параплегия/нижний парапарез).

К критериям исключения из исследования были отнесены следующие:

- дети в возрасте моложе 7 лет,
- наличие у пациентов сочетанных повреждений: тяжелая черепно-мозговая травма, тяжелые повреждения органов брюшной полости, тяжелая скелетная травма,
- зависимость пациента от ИВЛ,
- наличие хронической недостаточности питания до травмы,
- уровень травмы выше С4.

В зависимости от сроков поступления все дети были разделены на 2 группы. Основную группу (n=50) составили дети, госпитализированные в стационар в течение первых 2 месяцев после получения травмы. По уровню двигательного дефицита эти дети были разделены на 2 подгруппы: первая (n=28) - дети с травмой шейного отдела спинного мозга (тетрапарез, или верхний парапарез и нижняя параплегия), 2 подгруппа (n=22) - с травмой грудного или поясничного отделов (нижняя параплегия или нижний парапарез).

Вторая группа (n=51) состояла из пациентов, поступивших через 2 месяца и более с момента получения травмы. В первичном стационаре персонализированная НП не проводилась. Обе группы были сопоставимы по возрасту, характеру травмы (рисунок 1)

МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Оценка пищевого статуса

Расчет рисков формирования нутритивной недостаточности проводился с применением

опросника STRONG kids.

Антропометрия. Длину тела регистрировали с помощью метрической ленты с точностью до 0,1 см от нижней части правой пятки до макушки головы в положении лежа на твёрдой поверхности с вертикальным упором для стоп на поворотном столе – вертикализаторе. Массу тела измеряли утром перед завтраком с помощью прикроватных весов SECA, предназначенных для взвешивания лежачих больных, имеющих погрешность измерения ± 100 г, после опорожнения мочевого пузыря. Оценка физического развития детей проводилась при помощи программы ВОЗ «WHO Anthro». Степень нарушения нутритивного статуса определялась по значению величины Z-score.

Лабораторный мониторинг. Забор образцов крови осуществлялся утром натощак. Определялись: концентрация общего белка и альбумина, уровень холестерина. Измерения проводились с помощью автоматического биохимического анализатора Beckman Coulter DxC 700AU. Расчёт абсолютного числа лимфоцитов в крови осуществлялся на аппарате «Sysmex» (США), в клинической лаборатории НИИ НДХиТ по общепринятым методикам.



Рисунок 1. Дизайн исследования

Лучевая диагностика.

Для определения компонентного состава тела проводились МРТ-исследование паретичных и плегированных конечностей в области средней трети бедер. МР-сканирование осуществляли на высокопольном (1,5 Т) МР-томографе (Toshiba) с применением встроенной в стол катушки для тела и поверхностной катушки, позволяющих выполнять исследование обеих бедер одновременно. В протокол включены T1-ВИ, STIR импульсные последовательности в аксиальной и фронтальной проекциях, толщина срезов составила 10 мм, количество аксиальных срезов 34, фронтальных - 15.

Оценка потребностей в макронутриентах

Измерение энергопотребностей проводилось путем непрямой калориметрии с использованием метабологафа QUARK CPET и расчетных уравнений Харриса-Бенедикта. Учитывая разный возраст и росто-весовые показатели пациентов, для объективного анализа полученных данных использовались показатели энергопотребностей в ккал/кг/сут. Энергопотребности при пассивной нагрузке тестировали с помощью механотренажера Motomed со ступенчатым увеличением скорости движения педалей на 5 об/мин каждые 2,5 мин в течение 10 мин в исходном положении лежа на спине. Определение потребности в энергии при активной работе рассчитывали с использованием упражнения «сгибание и разгибание верхних конечностей в плечевых суставах» с максимально возможной для пациента скоростью до достижения анаэробного порога по значению дыхательного коэффициента по данным эргоспирометрии ($RQ > 1$) или отказу пациента от дальнейшего тестирования.

Потребность в белке, рассчитывалась по уровню азота мочевины суточной мочи с помощью уравнения: Суточная потребность в белке (г/сут) = $[N$ (азот мочевины суточной мочи ммоль/л) $\times 1,25 + 4$ г внепочечных потерь $+ 3$ г на анаболические процессы] $\times 6,25$. Для независимой оценки использовались показатели потребности в белке в г/кг/сут.

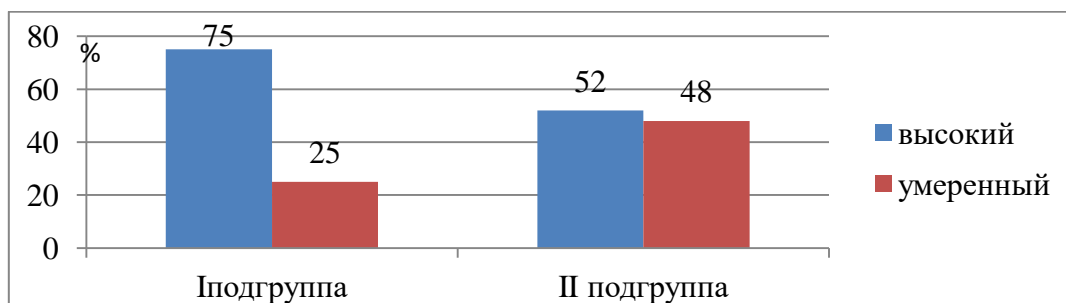
Оценка потребляемого рациона проводилась на основании пищевого дневника, заполняемого самим пациентом или ухаживающим.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программы Statistica ver.10. Полученные данные вносились в электронную таблицу Excel Microsoft Cor. Применялись вычислительные и графические возможности редактора электронных таблиц Excel. Данные анализировались на соответствие нормальному статистическому распределению. Отличия между параметрами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Скрининговая оценка рисков нутритивного дефицита у пациентов I группы при поступлении в стационар выявила их наличие у всех детей. Высокий риск (4 и более баллов) регистрировался у 65% детей ($n = 32$), умеренный (1-3 балла) - у 35% ($n = 18$). Анализ структуры рисков развития недостаточности питания (НП) в зависимости от уровня повреждения выявил более высокий риск НП

(до 46) у 75% пациентов 1 подгруппы основной группы, тогда как у 52% детей 2-й подгруппы преобладал умеренный риск НП (до 36) ($p=0,024$), что коррелировало с данными литературы (рис.2).



$p=0,024$

Рисунок 2. Диаграмма рисков развития НП

Изучение антропометрических показателей на первом месяце с момента травмы выявило потерю веса у 91% детей основной группы ($8,1\% \pm 2,35$ от исходного веса до травмы). Максимальная потеря веса (до 20%) определялась у 3-х человек. При этом достоверной взаимосвязи максимальной потери веса с уровнем повреждения спинного мозга и исходным состоянием нутритивного статуса пациентов не выявлялось ($p > 0,05$).

Мониторинг роста-весовых показателей у пациентов основной группы в 1 месяц после получения травмы, вне зависимости от уровня повреждения спинного мозга, выявил наличие недостаточности питания у 45% детей, избыточный вес - у 2%, детей. Показатели ИМТ в пределах возрастного коридора имели 53% пациентов (рис.3).

При анализе лабораторных данных установлено, что 34% ($n=17$) пациентов имели показатели общего белка сыворотки крови, соответствующие НП. Референсные значения данного показателя определялись у 66% ($n=33$) детей (рис.3). Мониторинг уровня альбумина выявил снижение показателей, характеризующих НП у 58% ($n=29$) пациентов. Возрастная концентрация регистрировалась у 42% ($n=21$) детей (рис.3).

Изучение абсолютного числа лимфоцитов в периферической крови установило, что у 58% ($n=29$) детей значения соответствовали возрастным нормам. НП по результатам данного показателя отмечалось у 42% ($n=21$) детей (рис.3).

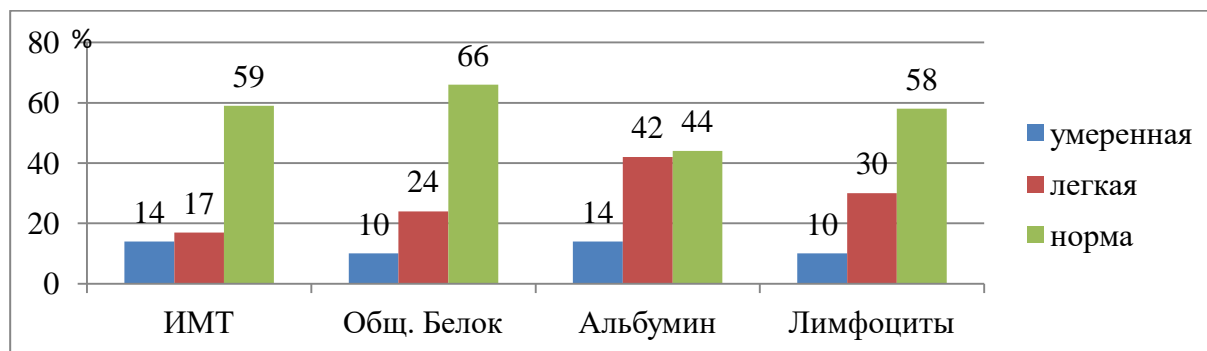


Рисунок 3. Комплексная оценка нутритивного статуса пациентов основной группы через 1 месяц после травмы

Оценка уровня общего холестерина в крови определила его снижение у 33% (n=13) пациентов. Статистический анализ полученных результатов не установил взаимосвязи между низкими показателями ИМТ и уровнем повреждения спинного мозга, а также лабораторными маркерами. Наибольший дефицит был выявлен по показателям уровня альбумина крови у 52% (n=26) детей с ПСМТ.

Динамический мониторинг компонентного состава паретичных или плегированных нижних конечностей продемонстрировал признаки мышечной атрофии бедер у 16% пациентов уже на третьем месяце с момента травмы. К шестому месяцу отмечалось увеличение количества пациентов, имеющих признаки уменьшения поперечного сечения мышц бедра до 36 % детей с ПСМТ. У 5 пациентов эти изменения сопровождались морфологическими трансформациями в виде появления линейных жировых включений в межмышечное пространство или увеличения объема бедра за счет накопления жировой клетчатки.

Статистический анализ не выявил зависимости между развитием миостеатоза паретичных или плегированных конечностей и нарушением нутритивного статуса обследованных детей. Наибольшие изменения компонентного состава конечностей отмечались у детей с полным перерывом спинного мозга.

Оценка потребности в макронутриентах

Оценивая потребности пациентов основной группы в макронутриентах на первом месяце после травмы, установлены особенности метаболического ответа в виде гиперметаболизма и гиперкатаболизма. Определение энергозатрат покоя в эти сроки показало достоверно значимое отличие результатов, полученных с помощью непрямой калориметрии и рассчитанных с использованием уравнений Харрис-Бенедикта ($p=0,0059$). Это доказало, что «золотым стандартом» определения энергопотребностей в ранние сроки после травмы является непрямая калориметрия. В то же время при оценке энергозатрат в более поздние сроки (3 и 6 месяцев с момента травмы), данные показатели были сопоставимы с результатами базовых энергозатрат, полученных с помощью расчетных уравнений ($p>0,05$). Это доказало возможность использования уравнений для определения энергозатрат покоя без поправочных коэффициентов на II и последующих этапах реабилитации (табл 1).

Таблица 1. Энергозатраты покоя в динамике пациентов основной группы

Единицы	1 месяц			3 месяца			6 месяцев		
	I группа	II группа	Х/Б	I группа	II группа	Х/Б	I группа	II группа	Х/Б
ккал/ кг/ сут	31,33 ±5,90	32,18 ±4,88	28,04 ±3,64	27,35 ±4,11	28,45 ±3,74	27,2 ±2,35	27,3 ±4,01	28,45 ±3,74	26,37 ±2,52
p	p=0,01227			> 0,05			> 0,05		

Оценивая потребность в энергии при пассивной нагрузке, не было выявлено достоверного увеличения энергозатрат по сравнению с базовыми потребностями ($p>0,05$), а также в зависимости от

уровня повреждения спинного мозга ($p > 0,05$). Оценка энергозатрат покоя достоверно была выше на ранних сроках после травмы. Это позволяет нам утверждать, что включение в программу двигательной реабилитации пассивной нагрузки не требует увеличения объема нутритивной поддержки (табл.2). Вместе с тем, оценка энергозатрат при активной работе показала значимое увеличение потребности в энергии у пациентов с ПСМТ ($p = 0,0034$).

Таблица 2. Энергозатраты покоя и при пассивной работе

Время после травмы	I подгруппа (n=28)		II подгруппа (n=22)	
	покой ккал/кг/сут	пассивная нагрузка	покой ккал/кг/сут	пассивная нагрузка
1 месяц	31,33±5,90	33,5±4,48	32,33±6,44	32,18± 4,88
3 месяца	27,35±4,11	28,13±7,58	27,85±3,85	28,45±3,74
6 месяцев	27,3±4,01	25,89±3,20	27,11±3,79	28,45±3,74

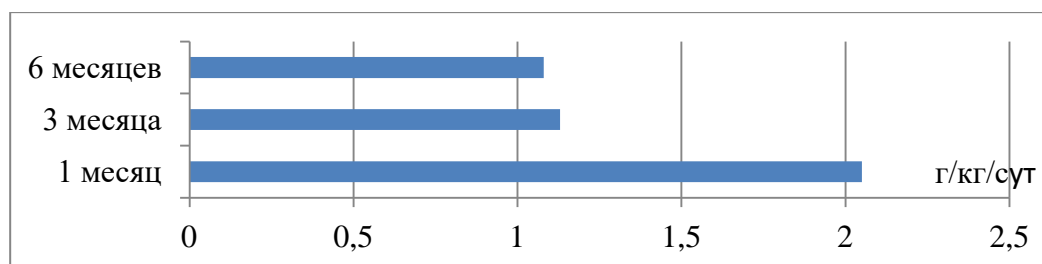
$p > 0,05$

Сравнивая значения, полученные при активной работе и в покое, были вычислены поправочные коэффициенты для расчета истинных потребностей, равные 1,5 на первом месяце после травмы и 2,0 - в последующие периоды. Следовательно, основным показателем для увеличения объема нутритивной поддержки является активная двигательная нагрузка пациента. Детям с травмой шейного отдела спинного мозга выше С4, сопровождающейся тетраплегией, достаточно обеспечения базовых потребностей (табл.3).

Таблица 3. Коэффициенты перерасчета энергопотребности при проведении активной нагрузки

ккал/кг/сут	I подгруппа	II подгруппа
1 месяц	1,49±1,58	2,08±0,68
3 месяцев	2,01±0,4	2,46±0,34
6 месяцев	2,23±0,46	2,66±1,05

Расчет белковых потерь по показателям азота мочевины суточной мочи, у пациентов основной группы выявил завышенные потери на первом месяце после травмы, регистрируемые в диапазоне 1,5 – 2,0 г/кг/сут (рис 4).



$p = 0,00506$

Рисунок 4. Белковые потери пациентов основной группы

Учитывая различные механизмы потери мышечной массы, оптимальный объем восполнения белка составлял 80% от расчетных показателей. В более поздние сроки белковые потери не превышали возрастные потребности, что не требовало увеличения нутритивной поддержки. Анализ полученных данных о потребностях в макронутриентах пациентов данной категории и рассчитанные коэффициенты

позволили нам разработать формулу для расчета истинных энергопотребностей:

$$\text{ИЭЗ} = \text{ЭЗП}/24 \times \text{ВП} + \text{ЭЗП} /24 \times \text{ВАР} \times \text{К},$$

где ИЭЗ – истинные энергозатраты,

ЭЗП – энергозатраты покоя по данным непрямой калориметрии/расчетных уравнений Харрис-Бенедикта,

ВП - время покоя в часах,

ВАР - время активной работы в течение дня (в часах), вычисляемое по дневнику двигательной активности, заполняемое пациентом или родителями,

К - коэффициент активности, где К = 1,5 через 1 месяц после травмы и К= 2 – через 3 и более месяцев после травмы.

На основании полученных результатов был разработан алгоритм назначения нутритивной поддержки детям с ПСМТ на раннем этапе реабилитации (рис.5).

I этап Острый, ранний периоды травмы (с момента травмы до 3 недель)

Нутритивная поддержка назначается всем пациентам на основании расчета ИЭЗ, определяемых методом непрямой калориметрии с учетом поправочных коэффициентов, или с использованием расчетных уравнений, поправочных коэффициентов +10% к результату

II –этап – Восстановительный период травмы (от 3 мес до 3 лет).

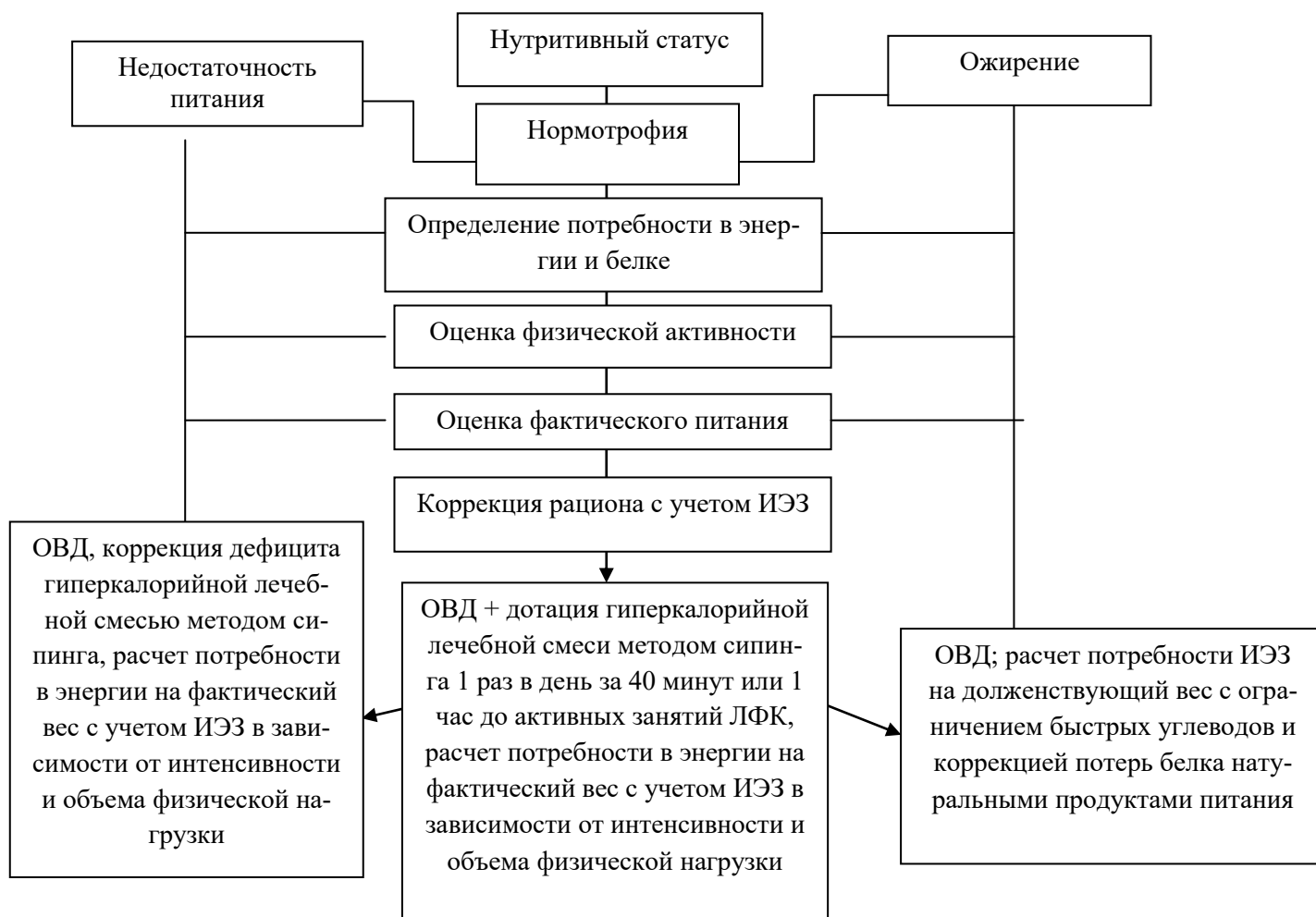


Рисунок 5. Алгоритм назначения нутритивной поддержки

Всем детям, поступившим в стационар, проводилась нутритивная поддержка, объем которой

рассчитывался с учетом энергозатрат по результатам непрямой калориметрии.

Коррекция нутритивной поддержки проводилась с использованием лечебных смесей методом сипинга к основному рациону, согласно разработанному алгоритму. В питании использовались смеси различной энергетической плотности как отечественного (Нутриен энергия, Нутриен с пищевыми волокнами), так и западного производства (Нутридринк и др.). Коррекция потребляемого рациона проводилась на основании оценки состояния питания и физической активности пациента с использованием полученных коэффициентов активности не реже 1 раза в 10 дней.

Таблица 4. Способ нутритивной коррекции и объем двигательной нагрузки в зависимости от состояния пищевого статуса пациента

Нутритивный статус	Двигательная нагрузка		Нутритивная поддержка
	Индивидуальное занятие	Повседневная двигательная активность	
Недостаточность питания умеренная, тяжелая; острый и ранний период ПСМТ	Пассивные и/или пассивно-активные упражнения Акцент на активизацию дыхательной мускулатуры. Обязательный скрининг-контроль функционального состояния специалистом двигательной реабилитации не менее 1 раза в 5-7 дней.	Выполнение индивидуального комплекса пассивных дыхательных упражнений.	Общевозрастная диета на основе с расчетом потребности в энергии на фактический вес, коррекция белковых потерь и энергопотребностей с помощью дотации лечебных смесей с повышенным содержанием энергии и белка 2-3 р/день
Недостаточность питания легкой степени	Общеукрепляющие и дыхательные упражнения в соотношении 1:2, пассивные и активные упражнения в соотношении 1:1. Контроль функционального состояния пациента с периодичностью 1 раз в 5-7 дней	Двигательная активность в рамках палатного режима с акцентом на мобилизацию и трансфер.	Общевозрастная диета с расчетом потребности в энергии на фактический вес с дотацией лечебных смесей методом сипинга 1 - 2 раза в день в зависимости от интенсивности и объема физической нагрузки.
Нормотрофия	Преимущественно активные упражнения умеренной и средней интенсивности, статические и статодинамические.	Двигательная активность без ограничений в рамках имеющегося неврологического дефицита.	Общевозрастная диета с дотацией лечебных смесей методом сипинга 1 раз в день за 40 минут или 1 час до активных занятий ЛФК в зависимости от интенсивности и объема физической нагрузки.
Избыточная масса тела и ожирение	Активные упражнения малой и умеренной интенсивности, преимущественно циклические, увеличение моторной плотности занятия до 20-30 минут в день.	Повышенная двигательная активность в рамках имеющегося неврологического дефицита.	Диета, с расчетом потребности в энергии на должностную массу с ограничением быстрых углеводов и коррекцией потерь белка продуктами питания больничного стола (мясо, творог и т.д.).

Основным методом замедления формирования миостеатоза у детей с ПСМТ, является адекватная физическая нагрузка в пределах аэробного коридора на фоне соответствующего субстратного

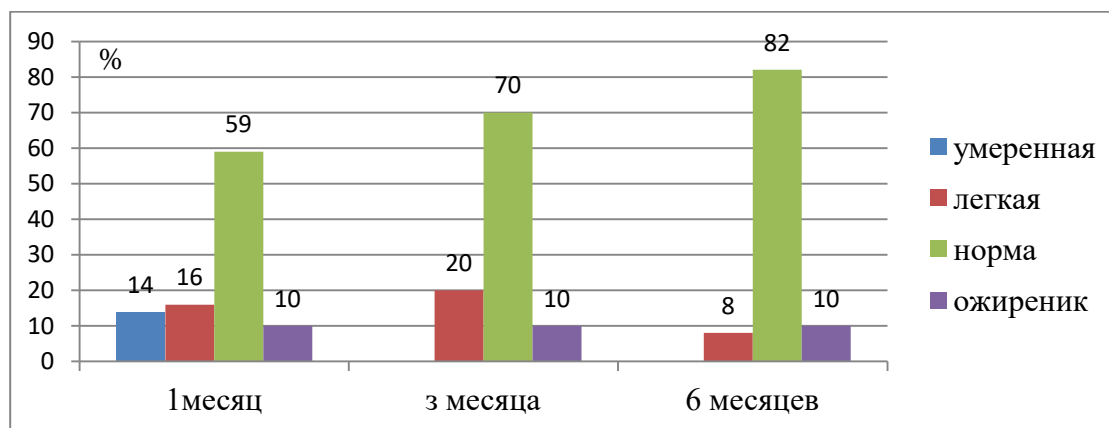
обеспечения белковых и энергетических потерь. Существует узкий адаптивный коридор и ограниченный временной промежуток для максимального сохранения угасающих естественных двигательных функций и предотвращения формирования патологических двигательных стереотипов. Всем пациентам, после проведения оперативного лечения по поводу декомпрессии спинного мозга и стабилизации позвоночника, проводилась активная ранняя реабилитация (табл. 4).

Индивидуальная программа двигательной реабилитации пациентов с ПСМТ составлялась с учетом толерантности к физической нагрузке и состояния пищевого статуса. Предпочтения отдавались упражнениям общей физической подготовки с акцентом на тренировку общей выносливости и силы, согласно протоколу, разработанному в НИИ НДХиТ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ

Мониторинг состояния нутритивного статуса на протяжении 6 месяцев регулярной активной реабилитации детей основной группы, показал улучшение соматометрических и лабораторных данных. На момент повторной госпитализации (3-4 месяца после травмы), анализ антропометрических показателей выявил увеличение процента детей с нормотрофией до 73% (n=37) ($p < 0,0068$). Вместе с тем, количество детей с нарушением пищевого статуса снизилось до 16%, среди них у 3-х пациентов имелось ожирение. Лабораторный мониторинг выявил нормализацию показателей общего белка у всех пациентов, тогда как снижение уровня альбумина, холестерина и абсолютного числа лимфоцитов периферической крови до значений легкой степени нутритивного дефицита определялось у 10% (n=5) детей.

При госпитализации через 6 месяцев после травмы нормотрофия по оценке ИМТ определялась у 83% пациентов (n=20), у 3-х детей констатирована легкая НП и 3 пациента имели ИМТ, соответствовавший ожирению. При оценке лабораторных маркеров, показатели белкового пула находились в диапазоне референсных значений, но отмечалось снижение абсолютного числа лимфоцитов у 26% (n=8) (рис.6).



$p < 0,05$

Рисунок 6. Динамика ИМТ пациентов основной группы за 1, 3 и 6 месяцы после травмы

При сравнительной оценке соматометрических показателей в двух группах в 3 и 6 месяцев с момента травмы, получена статистически значимая разница. Через 3 месяца после травмы количество детей, не имевших отклонения по данным критериям, достоверно было больше в первой группе и составило к 3-м месяцам - 70%, в то время как во второй группе лишь 23% ($p=0,0005$) (рис. 7).

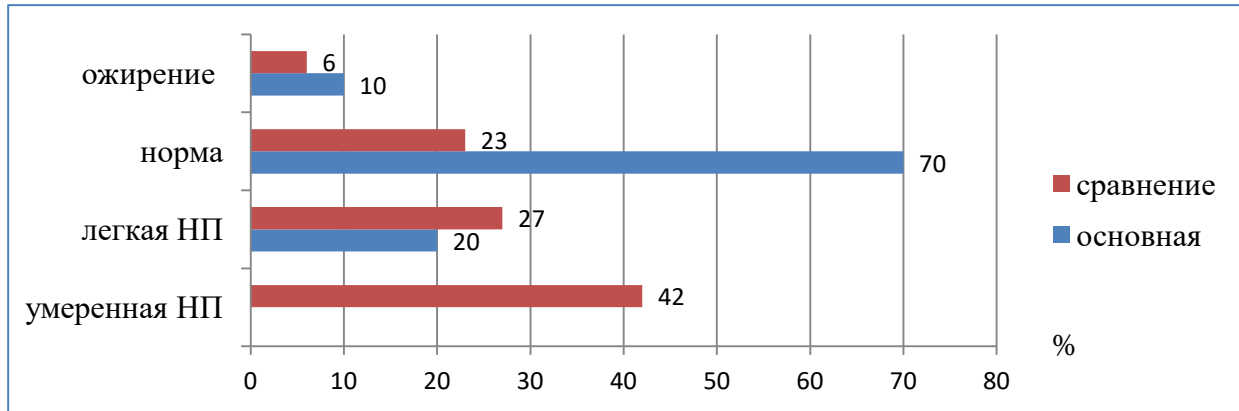


Рисунок 7. Графическая оценка ИМТ пациентов основной группы и группы сравнения в 3 месяца

К 6 месяцам показатели нормотрофии регистрировались у 83,3% детей основной группы, в то время как в группе сравнения они не превышали 34,4% ($p=0,0008$). Причем, при оценке степени тяжести НП показатели, соответствовавшие средней степени, регистрировались лишь у 25% детей группы сравнения. Треть детей (31%) имели показатели ИМТ, соответствовавшие НП легкой степени, тогда как у детей основной группы данные показатели отмечались лишь у 8,3% ($p=0,039$). Процент детей, имевших показатели ИМТ, характеризующиеся как ожирение, в обеих группах были примерно одинаковы ($p=0,8915$) (рис.8).

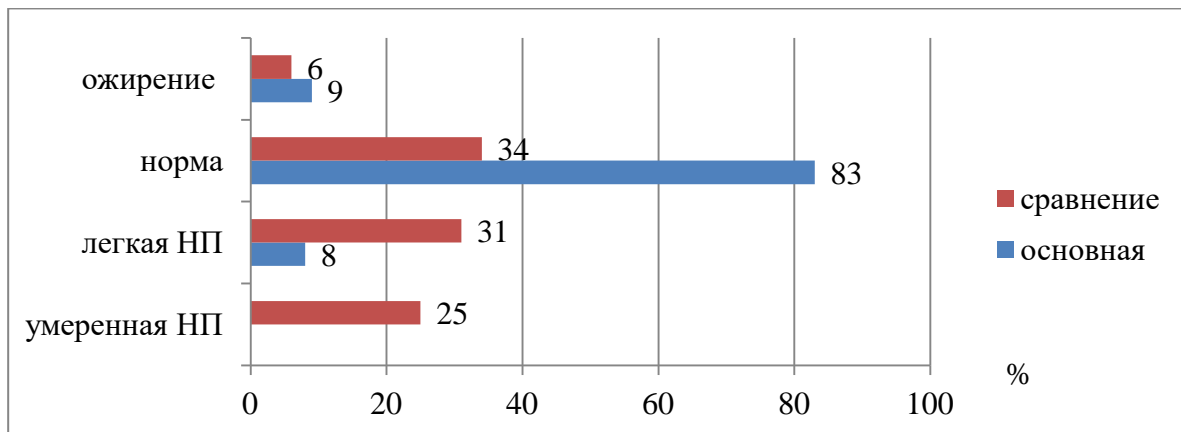


Рисунок 8. Графическая оценка ИМТ пациентов основной группы и группы сравнения в 6 месяцев после травмы

Показатели общего белка у 100% пациентов основной группы к 3 месяцам с момента травмы находились в пределах референсных значений, тогда как в группе сравнения они приблизились к референсным значениям лишь у 84% детей ($p=0,024$), 12% детей имели параметры, соответствовавшие легкой степени НП, а 4% - средней степени. К 6 месяцам с момента травмы, процент детей, имевших низкие показатели общего белка, сократился в группе сравнения до 6,5%. Если возрастные значения альбумина сыворотки крови к 3 месяцам с момента травмы в основной группе регистрировались у

90,3%, то в группе сравнения – у 69,2% ($p= 0,045$) (рис. 9). К 6 месяцам процент детей, имевших признаки недостаточности питания по значению альбумина, составил в основной группе 4,2%, в группе сравнения – 12,9% ($p=0,264$) (рис.10).

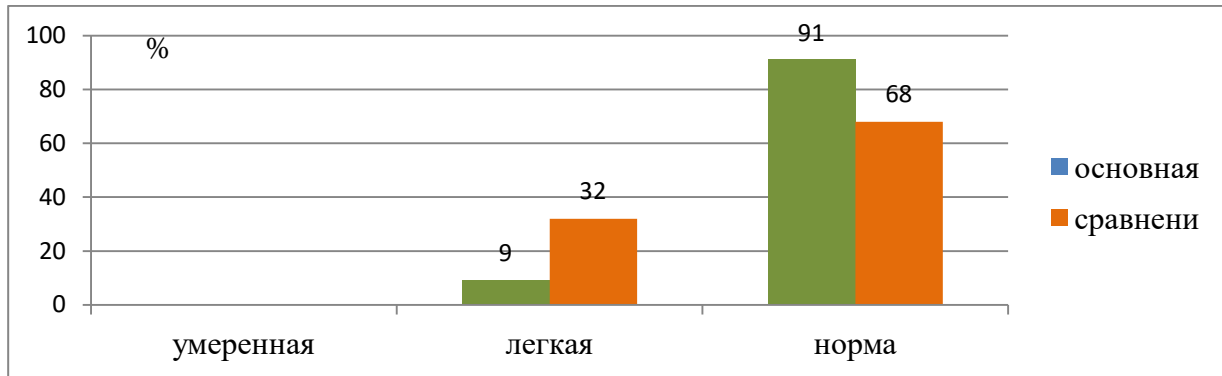


Рисунок 9. Графическая оценка НП по показателям альбумина пациентов I и II групп в 3 месяца после травмы

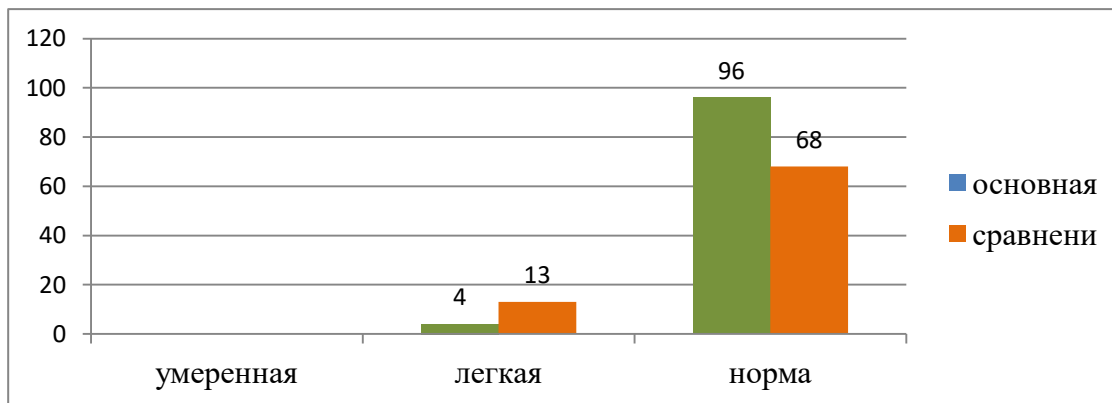


Рисунок 10. Графическая оценка НП по показателям альбумина пациентов I и II групп в 6 месяцев после травмы

Сопоставление значений абсолютного числа лимфоцитов периферической крови к 3 месяцам после травмы показало значимые различия: в основной группе - 85,7%, в группе сравнения - 58,3% ($p=0,027$). К 6 месяцам достоверной разницы этого показателя у пациентов обеих групп выявлено не было.

Таким образом, сопоставление показателей нутритивного статуса детей основной группы и группы сравнения, доказало эффективность предложенного алгоритма назначения нутритивной поддержки.

Диагностика алиментарнозависимых осложнений в группах в 3 месяца после травмы выявила 16% детей ($n=4$) с железодефицитной анемией в группе сравнения при отсутствии данного осложнения у пациентов основной группы ($p=0,002$). Трофические нарушения кожных покровов выявлены лишь у 1 пациента основной группы и 2-х пациентов группы сравнения.

При госпитализации в 6 месяцев после травмы наличие пролежней выявлено у 15,4% детей ($n=5$) группы сравнения, в то время как в основной группе данного осложнения зафиксировано не было

($p=0,002$), явления анемии диагностированы у одного (3%) пациента основной группы и у 15,6% ($n=4$) детей группы сравнения ($p=0,0021$).

ВЫВОДЫ

1. Все дети с позвоночно-спинномозговой травмой имеют высокий риск развития нутритивного дефицита, максимальная реализация которого проявляется на 1-м месяце после травмы. Применение скрининговых шкал позволяет своевременно определить развитие нарушений трофологического статуса. Риск развития нутритивного дефицита достоверно выше у пациентов с травмой шейного отдела спинного мозга - 4 и более баллов по опроснику STRONGkids ($p=0,024$).

2. Мониторинг антропометрических и лабораторных показателей при оценке состояния нутритивного статуса у детей с ПСМТ наиболее информативен в первые 3 месяца с момента травмы, а в более поздние сроки достаточно контроля роста-весовых показателей ($p=0,264$). Изменение компонентного состава плегированных конечностей в виде необратимых явлений миостеатоза характерно для пациентов с полным перерывом спинного мозга.

3. Потребность в основных макронутриентах на первом этапе реабилитации пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой завышена по сравнению с расчетными показателями ($p=0,00592$). Основным методом оценки энергопотребностей в этот период является непрямая калориметрия, в дальнейшем, для определения энергозатрат покоя, возможно использование расчетных уравнений без поправочных коэффициентов. Коррекция белковых потерь актуальна в период гиперкатаболизма (первый месяц с момента травмы); в дальнейшем достаточно поддержание возрастных потребностей. На величину базовых энергопотребностей не влияет уровень повреждения спинного мозга ($p > 0.05$), но этот показатель зависит от времени прошедшего после травмы ($p = 0,00592$).

4. Пассивная нагрузка не увеличивает потребность в энергии у детей с ПСМТ ($p=0,627$), в то время как на фоне активной работы в процессе реабилитации регистрируется достоверное увеличение энергозатрат ($p=0,0034$). С учетом того, что пациенты с ПСМТ являются маломобильными, для расчета истинных потребностей в энергии необходимо учитывать время активной работы в часах и предложенные поправочные коэффициенты. Соотношение пассивных и активных упражнений в программе двигательной реабилитации определяется состоянием нутритивного статуса пациента.

5. Разработанный алгоритм назначения нутритивной поддержки детей с ПСМТ на раннем этапе реабилитации включает: оценку нутритивного статуса с помощью антропометрии и лабораторного мониторинга, анализ фактического питания по пищевому дневнику, определение истинных энергопотребностей на основании разработанной методики. Включение данного алгоритма в программу ранней реабилитации детей с ПСМТ позволяет своевременно компенсировать нарушения нутритивного статуса ($p=0,001$), снизить риск развития алиментарнозависимых осложнений ($p=0,0022$) и повысить результативность проводимых реабилитационных мероприятий.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Полученные в ходе данного научного исследования результаты позволяют рекомендовать проведение следующих мероприятий:

1. Для совершенствования специализированной медицинской помощи в многопрофильных стационарах, оказывающих хирургическую помощь детям с ПСМТ, на первом месяце с момента травмы необходимо проводить анализ антропометрических и лабораторных данных регулярно, не реже 1 раза в 7-10 дней, далее - не реже 1 раза в месяц. Это позволит предотвратить развитие нарушений трофологического статуса и снизить риск развития возможных алиментарнозависимых осложнений.
2. Через 3 месяца после получения травмы для профилактики нутритивной недостаточности и алиментарнозависимых осложнений достаточно определение антропометрических индексов с использованием Z scores согласно программе ВОЗ Anthro Plus.
3. У детей с ПСМТ в течение первых 3 месяцев после травмы, рекомендуется определять энергопотребности покоя с помощью непрямой калориметрии. На последующих этапах возможно использование расчетных уравнений без поправочных коэффициентов.
4. Расчет истинных потребностей в энергосубстрате проводить с учетом двигательной нагрузки в течение суток и поправочных коэффициентов: 1,5 до 3-х месяцев после травмы, 2,0 - после.
5. Рекомендуется внедрить в практическую работу многопрофильных стационаров, оказывающих хирургическую помощь детям с ПСМТ, разработанный алгоритм нутритивной поддержки, включающий оценку нутритивного статуса, фактического питания и потребностей в макронутриентах с последующей коррекцией пищевого рациона.
6. Выбор объема, интенсивности и режима двигательных нагрузок при составлении комплексной программы ранней реабилитации детей с ПСМТ без истощения энергетических резервов пациента проводить с использованием кардиореспираторного тестирования, позволяющего количественно определить предел выполняемой нагрузки.
7. По мере стабилизации антропометрических и лабораторных показателей расширять двигательный режим с одновременной коррекцией пищевого рациона за счет уменьшения объема лечебных смесей с постепенной заменой продуктами больничного рациона.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. A concept of early motor rehabilitation of children with spinal trauma in the surgical department / I.N.Novoselova, S.A.Valiullina, I.V. Ponina, V.A.Machalov. – Текст: непосредственный// Abstract book of 21st European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine (Lithuania, Vilnius, 1 – 5 May 2018). – P. 313.
2. Testing of tolerance to physical loading by ergospirometry in children with spinal-cord injury at early rehabilitation stages / I.N.Novoselova, V.A.Machalov, I.V.Ponina, S.A.Valiullina. – Текст: непосредственный // Abstract book of medical conference «Rehabweek 2017» (United Kingdom, London, 17-20 July 2017). – P.

342

3. **Клинический пример I этапа реабилитации ребёнка с травматическим поражением шейного отдела спинного мозга / И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная, В.А.Мачалов и др. – Текст: непосредственный // Вестник восстановительной медицины. – 2019. – №5 (93). – С. 2–13.**
4. **Комплексный междисциплинарный подход в ранней реабилитации детей с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) / С.А.Валиуллина, И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная и др.– Текст: непосредственный // Детская и подростковая реабилитация.– 2017.–№4 (32)–С.30–39**
5. **Организация нутритивной поддержки детей с позвоночно-спинномозговой травмой на I – II этапах реабилитации / И.В.Пониная, И.Н.Новосёлова, В.А.Мачалов, С.А.Валиуллина. – DOI: 10.21508/10274065-2020-65-4-122-127. – Текст: непосредственный // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2020. – Т. 65, №4. – С. 122–127**
6. **Организация расширения двигательного режима у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой на основании оценки толерантности к физической нагрузке в категориях МКФ / И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная, В.А.Мачалов, С.А.Валиуллина. – Текст: непосредственный // ОРГЗДРАВ – 2021. – Т. 7, №1.– С. 38 - 49**
7. **Оценка толерантности к физической нагрузке методом эргоспирометрии на этапе ранней реабилитации у детей с позвоночно-спинномозговой травмой / И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная, С.А.Валиуллина и др. – Текст: непосредственный // Вестник восстановительной медицины. – 2018. – № 2. – С. 73–80.**
8. **Патент на изобретение № 2755455 «Способ расчета реабилитационного потенциала детей после позвоночно-спинномозговой травмы» № 2020143687: заявл.29.12.2020: опубл. 2021/И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная, С.А.Валиуллина, В.А.Митиш-Текст:непосредственный**
9. **Патент на изобретение № 2733709 «Способ расчета нутритивной поддержки детей с позвоночно-спинномозговой травмой» № 2020105266:заявл. 05.02.2020 :опубл. 06.10.2020 / И.В.Пониная, И.Н.Новосёлова, В.А.Мачалов, С.А.Валиуллина– Текст: непосредственный**
10. **Персонализированный подход к составлению программы ранней двигательной реабилитации детей с позвоночно-спинномозговой травмой с учетом толерантности к физической нагрузке /И.В.Пониная, И.Н.Новосёлова, С.А.Валиуллина и др. – DOI: 10.17116/kurort20199604125. – Текст: непосредственный // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2019. – Т. 96, №4. – С. 25 – 35.**
11. **РИД № RU2020620025 Российская Федерация. База данных «Система ранней комплексной реабилитации детей с тяжелой позвоночно-спинномозговой травмой»:№ 2019622513: заявл. 24.12.2019: опубл. 10.01.2020 Бюл. № 1 /С.А.Валиуллина, И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная, В.А.Мачалов, Ю.Г.Сиднева, соавт. – объем базы данных 633 КБ**
12. **Система ранней комплексной реабилитации детей с тяжелой позвоночно-спинномозговой травмой: методические рекомендации №13 / С.А.Валиуллина, И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная и др. – Москва, 2020. – 36 с. – Текст: непосредственный.**
13. **Особенности нутритивного статуса детей с позвоночно-спинномозговой травмой на ранних этапах восстановления Пониная И.В., Новосёлова И.Н., Валиуллина С.А., Ахадов Т.А., Божко О.В., В.И.Лукьянов, Попова О.В.. Российский педиатрический журнал. - 2022. - Том 25, №5.- С. 333 - 336**
14. **Классификация последствий и осложнений позвоночно-спинномозговой травмы у детей // И.Н.Новосёлова, И.В.Пониная, С.А.Валиуллина/ Физическая и реабилитационная медицина,**

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АБ – азотистый баланс

БЭН – белково-энергетическая недостаточность

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ДЦП – детский церебральный паралич

ЖКТ – желудочно-кишечный тракт

ИМТ – индекс массы тела

ИЭП – истинные энергопотребности

КТ – компьютерная томография

ЛФК – лечебная физическая культура

МРТ – магнитно-резонансная томография

НК – непрямая калориметрия

НН – нутритивная недостаточность

НП - недостаточность питания

НС - нутритивный статус

НТ – нагрузочное тестирование

ОБ – общий белок

ОАК – общеклинический анализ крови

ОО – основной обмен

ПСМТ – позвоночно-спинномозговая травма

СРБ – С-реактивный белок

ТС – трофологический статус

ЭЗП – энергозатраты покоя

ЭП – энтеральное питание

ESPEN - Европейская ассоциация клинического питания и метаболизма

Z-score - отклонение значений индивидуального показателя от среднего значения для данной популяции, деленное на стандартное отклонение среднего значения