

КЛЕНДАР ВЛАДИМИР АНАТОЛЬЕВИЧ

Оценка функционального состояния вегетативной нервной системы при двигательных режимах разной направленности у детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата методом анализа variability сердечного ритма.

14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2017

Работа выполнена в отделах:

- 1) разработки прикладных медико-биологических и экологических проблем;
- 2) физической культуры и социальной адаптации детей-инвалидов;

Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК)

Научный руководитель:

Пономарева Анна Геннадиевна – доктор медицинских наук, профессор, Научно-исследовательский медико-стоматологический институт Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова», Министерство здравоохранения Российской Федерации, отдел фундаментальных исследований, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Лобов Андрей Николаевич - доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» (РНИМУ им.Н.И. Пирогова), Министерство здравоохранения Российской Федерации, педиатрический факультет, кафедра реабилитации, спортивной медицины и физической культуры.

Пенкин Иван Александрович - кандидат медицинских наук

Некоммерческий благотворительный фонд «Центр лечения и реабилитации больных детским церебральным параличом» (Фонд «Центр ЛРБ»), врач ЛФК и массажа.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Министерство здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, кафедра лечебной физкультуры и спортивной медицины.

Защита диссертации состоится xx xxxxxxxx 2017 года в 12ч.00 мин. Заседании диссертационного совета Д 311.002.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК) по адресу: 105005, Москва, Елизаветинский пер., дом 10, стр.1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://www.vniifk.ru> Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК).

Автореферат разослан

« xx » xxxxxxxx 2017 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат медицинских наук, доцент

Сафонов Леонид Вячеславович

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы исследования. Детский церебральный паралич (ДЦП) относится к наиболее тяжелым последствиям перинатальных поражений центральной нервной системы (ПП ЦНС) и является одной из главных причин инвалидности детей (Бадалян Л.О., 1988, Булекбаева Ш.А., 2002, Camacho-Salas A. 2007, Сумеркина М.Л. 2007, Баранов А. А., 2008, S. Mergler, 2009, Немкова С. А., 2012). Наиболее распространены спастические формы данного заболевания, на долю которых приходится до 80–85% всех случаев.

У детей с церебральным параличом страдает соматическое здоровье и физическое развитие, что приводит к снижению реабилитационного потенциала и осложняет проведение комплексной реабилитации. (Лильин Е. Т., Доскин В. А., 2008; Симонова Т. Н., Студеникин В.М. 2007, Ширалиева Р. 2010). Донозологическое состояние детей с церебральным параличом мало изучено.

Реабилитация детей с церебральным параличом направлена на увеличение их двигательной активности и оценивается по показателям вегетативного гомеостаза. Критерием адекватности физиологических реакций на физическую нагрузку является вегетативное равновесие, которое косвенно отражает уровень эндогенной интоксикации (Болдырев О.Ю. 2008, Кривошапов М.В.2009, Стаценко Е.А. с соавт. 2012).

В настоящее время отсутствуют общепринятые критерии для оценки состояния вегетативной нервной системы при нагрузках у детей и подростков с церебральным параличом. Однако занятия физическими упражнениями признаны важным методом реабилитации в целях: расширения общей двигательной активности, тренировки возрастных моторных функций, ускорения и совершенствования механизмов адаптации к нагрузкам, восстановления рефлекторной деятельности, улучшения пластичностных свойств мышц (Н.В. Гордеева; Е. А. Воробьева, О. М; Филькина, Н. В. Долотова 2013).

Оптимальная величина двигательной активности за дневное время пребывания в детском саду для здоровых детей в возрасте 3 года составляет 9000–9500 движений, в 4 года - 10000-10500 движений, в 5, 6 и 7 лет соответственно 11000–12000, 13000–13500 и 14000–15000 движений, при этом энергозатраты составляют 50-70% от суточного расхода энергии (Степаненкова Э.Я. 2006). Для детей, больных детским церебральным параличом, организация двигательной активности нередко не имеет научного обоснования (Н.М. Валеев 2004, Г. П. Юрко, Л. В. Веремкович, О. В. Силина, Д.Б. Парамонова 2008, И.Ю. Беркутова 2008, М.М. Малашенко 2009).

Сниженная двигательная активность неблагоприятно сказывается на состоянии гемодинамики, способствует снижению функционирования адаптационно-приспособительных механизмов, особенно у детей с преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (Шлык Н.И., 2008). Вред гипокинезии бесспорен, но при спонтанной двигательной активности больного с церебральным параличом происходит еще большее закрепление существующего порочного двигательного стереотипа (Гросс Н.А. с соавт. 2014).

Физическая нагрузка является наиболее эффективным фактором влияния на физическое развитие. Но при этом необходимо использовать физические нагрузки, адекватные возрасту и возможностям больного ребенка, а так же уровню готовности к ним его организма. (И.М. Курбанова, 2000).

Бессистемные занятия лечебной физкультурой приводят к тому, что усиливается импульсация из работающих мышц. Идет усугубление искаженного афферентного потока нейросигналов. Это может привести к еще большей гиперфункции тех нейронов и нейронных популяций, которые и так избыточно возбуждены и, следовательно, склонны к перегрузке, декомпенсации, эпилептизации. Подтверждением этому является, в частности, большое количество патологических феноменов, регистрируемых при электроэнцефалографическом-исследовании во время проведения различных кинезитерапевтических и многих других активизирующих лечебных воздействий (Титаренко Н.Ю. с соавт. 2011).

Оценка функциональных расстройств у детей с церебральным параличом, ограничивается оценкой двигательных расстройств и нарушений мышечного тонуса с определением глобального уровня формирования моторики по «Системе классификации больших моторных функций (GMFCS)», детальной оценкой моторных навыков с использованием «Шкал измерения больших моторных функций (GMFM-66, GMFM-88)», тестированием спастичности по модифицированным шкалам Эшворта и Тардье, оценкой мышечной силы, гипертонуса и вторичной дистонии, проведением гониометрии, видеорегистрацией двигательной активности (Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Куренков А.Л., Клочкова О.А. с соавт. 2014).

Это ограничивает возможности объективной оценки результатов проводимого лечения и негативно сказывается на планировании реабилитационных мероприятий и качестве помощи. Вегетативная нервная система является важной составляющей психосоматического статуса ребенка раннего возраста, поэтому изучение состояния вегетативной нервной системы и вегетативной регуляции необходимо для объективной оценки состояния здоровья этих детей (Куренков А.Л. 2005, Zhong Y. 2006).

Анализ variability сердечного ритма (ВСР) - неинвазивный метод оценки объективного состояния отделов вегетативной нервной системы (ВНС) и адаптационных ресурсов организма. Поэтому актуальным является внедрение в практику методов оценки функционального состояния и функциональных резервов организма у детей с церебральным параличом (De Rosa, G. 2004, Н.А. Гросс, с соавт. 2016).

Гипотеза. Предполагается, что использование метода анализа variability сердечного ритма для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы у детей с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата при воздействии двигательных режимов разной направленности будет способствовать их эффективной реабилитации.

Цель исследования: Разработка алгоритма использования двигательных режимов разной направленности для реабилитации детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата с учетом возрастно-гендерных особенностей и типа автономного нервного регулирования.

Объект исследования: Функциональное состояние вегетативной нервной системы у детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата при физической реабилитации методом лечебной физкультуры.

Предмет исследования: Показатели variability сердечного ритма у детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата.

Задачи исследования:

1. Изучить вклад этиологических факторов и провести сравнительную оценку морфо-функционального состояния по показателям вегетативной нервной системы и состоянию адаптационных механизмов регуляции сердечного ритма у детей и подростков с ограниченной двигательной активностью.

2. Изучить функциональное состояние детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата по показателям variability сердечного ритма.

3. Изучить влияние изменения положения тела в пространстве на функциональное состояние детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата методом анализа variability сердечного ритма.

4. Оценить влияние двигательных режимов разной направленности с применением тренажерных устройств на функциональное состояние детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата по спектральным показателям variability сердечного ритма.

5. Разработан алгоритм применения двигательных режимов разной направленности с преимущественным использованием физических упражнений сложно-координационного типа, соотносящийся с возрастно-гендерными особенностями, типом автономного

нервного регулирования для эффективной реабилитации детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата.

Научная новизна исследования:

- впервые исследовано функциональное состояние детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата на основании спектральных показателей variability сердечного ритма. Установлено: адекватная реактивность вегетативной нервной системы не формируется при длительном состоянии гипокинезии;

- впервые исследованы и выявлены особенности функционального состояния вегетативной нервной системы по показаниям спектральных характеристик variability сердечного ритма у детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата в возрастном и гендерном аспекте, а так же с учетом типа автономной нервной регуляции;

- впервые выявлено различное влияние уровней и структур центральной нервной системы на регуляцию сердечного ритма при двигательных режимах различного типа, свидетельствующее о повышенном нагрузочном воздействии движений, выполняемых в статическом состоянии, о несоответствии функциональным резервам выполняемых движений циклического типа и об эффективном и адекватном воздействии и усвоении нагрузки при выполнении движений сложно-координационного типа;

- впервые разработан алгоритм и экспериментально опробованы двигательные режимы разного типа в реабилитационном микроцикле у детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата, на основании динамического контроля функционального состояния по спектральным показателям variability сердечного ритма;

Теоретическая значимость

Методика оценки функционального состояния на основе спектральных характеристик variability сердечного ритма у детей и подростков с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата значительно расширяет представление о роли вегетативной нервной системы в регуляции деятельности детского организма, позволяет оценить особенности возрастного развития, обусловленные нарушениями реактивности вегетативной нервной системы, а так же может быть использована для изучения механизмов адаптации.

Практическая значимость:

Разработанный алгоритм построения двигательных нагрузок разной направленности у детей и подростков с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата позволяет эффективно решать важнейшие задачи физической реабилитации: увеличение пластичности мышц, расширение взаимосвязи межмышечного реагирования, улучшение взаимосвязи между нейрофизиологическими и биомеханическими составляющими паттерна движения, повышение функциональных возможностей.

Оценка функционального состояния по показателям вегетативной нервной системы позволяет оптимально индивидуализировать режимы физических упражнений, снижая риск напряжения систем адаптации в процессе реабилитационных мероприятий физическими методами;

Простота, доступность и высокая чувствительность метода анализа variability сердечного ритма позволяют использовать его в работе физиолога, врача и методиста для экспресс-оценки и динамического контроля за функциональным состоянием, адаптационными и резервными возможностями организма.

Результаты исследования внедрены в учебно-практический процесс «Российского научно-практического Центра физической реабилитации детей-инвалидов», при ФНЦ ФГБУ ВНИИФК. Материалы исследований могут представлять интерес для специалистов-реабилитологов, могут быть использованы в учебных курсах по лечебной физкультуре, спортивной медицине, адаптивной физкультуре.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Функциональное состояние детей раннего возраста с церебральным параличом является следствием вегетативной дисрегуляции, которое проявляется высокой частотой соматической патологии, частыми респираторными заболеваниями, анемией, гипотрофией и отклонениями физического развития в виде дефицита массы, низкой длины тела и их сочетания.

2. Установлено, что общая реактивность у детей и подростков с церебральным параличом снижена или неадекватно высокая в сравнении с показателями таких же возрастных периодов здоровых детей.

3. Неинвазивный экспресс-метод оценки функционального состояния вегетативной нервной системы по показателям variability сердечного ритма позволяет выявить различия в функциональном состоянии детей и подростков с церебральным параличом и детей с оптимальной двигательной активностью на донозологическом этапе развития патологии, позволяет оценить исходный уровень вегетативного гомеостаза, охарактеризовать состояние адаптационных резервов организма и оценить реабилитационный потенциал при физических методах реабилитации.

4. Состояние гипокинезии у детей с церебральным параличом способствует нарушению вегетативной регуляции с проявлениями симпатикотонии, повышенной нейрогуморальной регуляцией, дизадаптации к вертикализации.

5. Определение уровня функционального состояния вегетативной нервной системы у детей и подростков с церебральным параличом методом анализа variability сердечного ритма позволяет обеспечить выбор адекватных тренировочных нагрузок при двигательных режимах разной направленности, снизить риск перенапряжения систем адаптации в процессе реабилитационных мероприятий физическими методами.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.

Личное участие автора заключается в разработке плана и организации исследований, создании баз данных по результатам протоколов исследований. Автор лично проводил все клинические исследования (осмотр, электрокардиографическое обследование, анализ variability сердечного ритма, оценку функционального состояния с использованием комплекса «Варикард 2.51»), а также статистическую обработку и обобщение полученных результатов.

Апробация и внедрение результатов исследования.

Основные материалы диссертации были опубликованы в 4 печатных работах, в изданиях рекомендованных ВАК Министерства Образования и Науки РФ.

Структура диссертации.

Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы. Работа изложена на 126 страницах машинописного текста, содержит 27 таблиц, 22 рисунка, 1 приложение. Указатель литературы включает 158 отечественных и 50 зарубежных источников.

Основное содержание работы

Организация исследования

Исследовательская работа проводилась в три этапа в период с 2013 по 2015 гг. На первом этапе проводился сбор и анализ научно-методической литературы, формировались гипотеза, цели и задачи, проводилось наблюдение, базальные исследования, были разработаны и апробированы тесты для адекватного определения функциональных возможностей детей с церебральным параличом.

Второй этап был посвящён разработке программы определения функциональных возможностей и получению экспериментальных данных.

На третьем этапе обрабатывались результаты исследования, анализировались полученные данные и осуществлялась подготовка текста диссертации.

Под наблюдением находились 151 человек детей и подростков с церебральным параличом в возрасте от 2 до 15 лет жителей Москвы.

Методология и методы исследования

Оценка соматического здоровья проводилась путем изучения медицинских амбулаторных карт медицинского центра. Для определения уровня физического развития проводилась антропометрия.

Исследование состояние механизмов вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы определялось при помощи электрокардиографического исследования методом анализа variability сердечного ритма.

Регистрация ЭКГ - сигнала осуществлялась в положении лежа во II стандартном отведении в течение 5 мин с использованием комплекса «Варикард 2.51» и программы «Иским-6». При анализе variability сердечного ритма (BCP) учитывались рекомендации Европейского кардиологического и Североамериканского электрофизиологических обществ и группы российских экспертов. Анализировались относительные спектральные (HF%, LF%, VLF%, ULF%) показатели BCP. Рассчитывали спектральную мощность в диапазонах: очень низких частот (VLF, мс²) – от 0,04–0,015 Гц, отражающих надсегментарный или гуморальный контур регуляции и гормональные влияния; низких частот (LF, мс²) от 0,15–0,04 Гц, отражающих активность симпатического контура регуляции; высоких частот (HF, мс²) от 0,4–0,15 Гц., связанных с дыханием и отражающих влияние вагусного, парасимпатического контура регуляции; LF/HF - показатель баланса влияния на сердце парасимпатического и симпатического отделов; SI - показатель степени преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными; частота сердечных сокращений.

Исследования variability сердечного ритма проводились в смешанных по полу и возрасту группах с определением исходного функционального состояния, вегетативной реакции на ортостатическое изменение положения тела в пространстве и реакцию на физическую нагрузку с разнонаправленными типами движений, выполняемых на тренажерах, обеспечивающих одинаковую по продолжительности нагрузку.

В изучении ортостатической реакции участвовало 20 детей, в исследовании реакции на активно-пассивную нагрузку на аппарате мотомед (Rech) участвовало 15 детей, в исследовании реакции на циклический тип движения на тредбане (беговой дорожке Kettler) участвовало 14 детей, в изучении реакции на вертикализаторе, позволяющем выполнять сложно-координационные движения (тренажер Гросса) участвовал 21 ребенок. Анализ полученных материалов оценивался в зависимости от возрастных, гендерных особенностей, а так же от типа автономной нервной регуляции.

Для подтверждения достоверности результатов, был проведен статистический анализ показателей спектральных характеристик variability сердечного ритма в исходном состоянии, после проведения ортостатической пробы и физических нагрузок с разноплановыми типами движений. Фиксировались показатели каждого испытуемого (X), затем были вычислены средние статистические величины (M), среднее квадратическое отклонение (σ), достоверность различия (T) по t-критерию Стьюдента. Применялся критерий Уилкоксона (парных сравнений) для проведения сравнительного анализа среднегрупповых результатов. Уровень значимости (p) задавался на уровнях 0,05 и 0,01 для оценки достоверности различий. При сравнении попарно связанных, сопряженных выборок критические значения составляли $Z_{кр} = 2,07$ (при $p < 0,05$) и $Z_{кр} = 2,77$ (при $p < 0,01$).

В качестве исследовательской площадки выступил: Межведомственный «Российский научно-практический Центр физической реабилитации детей-инвалидов», при ФНЦ ФГБУ ВНИИФК, где созданы все условия для реализации программы развития двигательных и функциональных возможностей детей с церебральным параличом.

Дети во время пребывания в центре выполняли индивидуальную реабилитационную программу, включающую следующие физические упражнения: ходьбу, бег, прыжки, вращение и перемещение, упражнения на растягивание, обще-развивающие упражнения с предметами, упражнения на силу и координацию, силовые упражнения на мячах, дыхательную гимнастику, катание на роликах, езду на велосипеде. Использовались тренажеры активно-пассивного типа Мотомед (Rech), беговая дорожка (Kettler) и

вертикализатор, позволяющего осуществлять сложно-координационные виды движений (тренажер Гросса).

Собственные результаты исследований и их обсуждение

Клинические формы детского церебрального паралича у обследованных детей и подростков (n=151), средний возраст $9,4 \pm 6,1$ распределялись согласно классификации МКБ-10 следующим образом и представлены на рисунке 1:

1. Спастическая тетраплегия – 33 человека (22%);
2. Спастическая диплегия – 71 человек (47%);
3. Гемиплегическая форма – 19 человек (13%);
4. Дискинетической формой – 0 человек.
5. Атаксическая форма – 20 человек (13%);
6. Смешанная форма – 8 человека (5%).

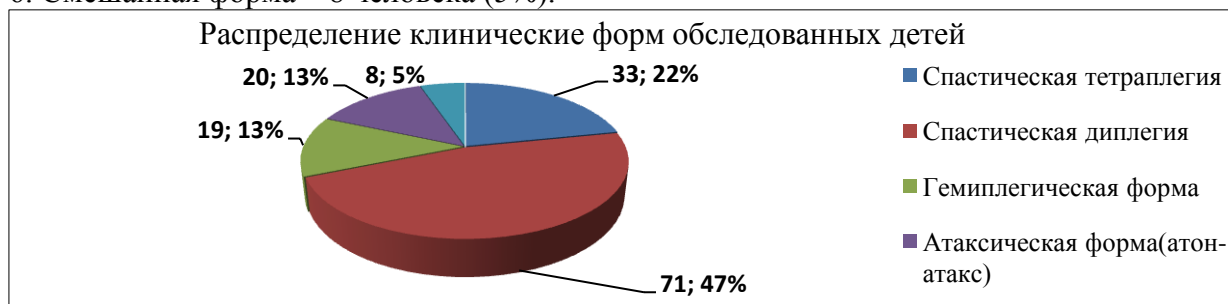


Рисунок 1 - Распределение клинических форм ДЦП (%) у обследованных детей и подростков

Структура перинатальной патологии: недоношенность+осложненная беременность у 89 детей (79%); акушерское вмешательство у 22-х (15%); кесарево сечение у 1-го ребенка (0,7%); ядерная желтуха у 1-го (0,7%); внутриутробная инфекция у 6-и детей (4%).

Структура постнатальной патологии: частоболеющих детей - 16 (11%); повышенное внутричерепное давление у 9 детей (6%); бронхолегочные заболевания у 3-х детей (2%); сердечно-сосудистая патология у 4-х детей (3%).

На основании анализа анамнестических данных выявлено, что нарушение моторного развития и появление с возрастом новых статокинетических нарушений наблюдаются у всех исследуемых. Выявлен большой процент акушерской и перинатальной патологии, а так же сопутствующие соматические заболевания.

Антропометрические различия детей и подростков с ДЦП и здоровых детей отмечаются в показателях длины тела и окружности грудной клетки.

У девочек снижение показателей длины тела на 12,1 см (8,4%) приходится на возраст 10-11 лет и на 11,6 см (7,9%) в возрасте 12-13 лет. У мальчиков снижение показателей длины тела на 11,4 см (7,7%) приходится на 10-11 лет и на 10,5 см (6,2%) в возрасте 14-15 лет. Так же наблюдается снижение массы тела у мальчиков на 12 кг (23,8%) в возрасте 14-15 лет, у девочек на 7 кг (18,1%) в возрасте 12-13 лет. Наибольшее снижение размеров грудной клетки у мальчиков на 9 см в возрасте 14-15 лет. Девочки значимых различий в размерах грудной клетки не имеют. По антропометрическим показателям и физическому развитию дети и подростки с ДЦП уступают здоровым сверстникам с оптимальной двигательной активностью, что ограничивает их возможность осуществлять в полном объеме движения и интенсивные мышечные нагрузки. Исследованиями установлено увеличение частоты сердечных сокращений у детей с церебральным параличом во всех возрастных группах, как у девочек так и у мальчиков: в возрастной группе до 3-х лет на 1,7%, в возрастной группе 4-7 лет на 7%, в группе 8-12 лет на 18%, в группе 13-15 лет на 28%, таблица 1,2,3, рисунок 2. При этом достоверные различия ($p < 0,05$) установлены у девочек в возрастных категориях 8-12 и 13-15 лет, а у мальчиков – в

трёх возрастных категориях: 4-7, 8-12 и 13-15 лет. С возрастом у детей с церебральным параличом значения ЧСС увеличиваются.

Оценка функционального состояния проводилось методом анализа variability сердечного ритма в смешанной по гендерному признаку группе (n = 53) детей и подростков с церебральным параличом в возрасте от 2-х лет до 15 лет и старше, с условным разделением на подгруппы в соответствии с возрастной периодизацией и представлена в таблице 1 и на рисунке 2. Состояние адаптационных механизмов оценивались по изменению относительных показателей спектральных характеристик регуляторов сердечного ритма соответствующего частотного диапазона (HF%, LF%, VLF%).

Таблица 1 – Показатели адаптационных реакций в возрастной динамике у детей с ДЦП по значениям спектральных характеристик ВСР

Показатели/возраст	до 3-х лет	4-7 лет	8-12 лет	13-15 лет	16-20 лет
HF,%	19,5±2,5	30,6±1,8	42,3±1,75	31,1±2,4	20,2±2,3
LF,%	32,7±1,7	37,3±2,1	43,2±1,8	33,3±2,3	36,1±3,1
VLF,%	47,8±2,4	32,5±1,9	12,1±4,2	36,2±2,41	42,2±2,5
ЧСС	116,5±10,2	104,5±12,8	97,3±12,2	93,8±15,7	92,3±14,7
СИ	138,3±80,2	269,2±18,6	172,3±68,3	124,2±70,5	101,6±88,9
TPw,mc ²	3889±732,1	7392±534,5	3654,5±678,1	4422±567,3	5922±732,3

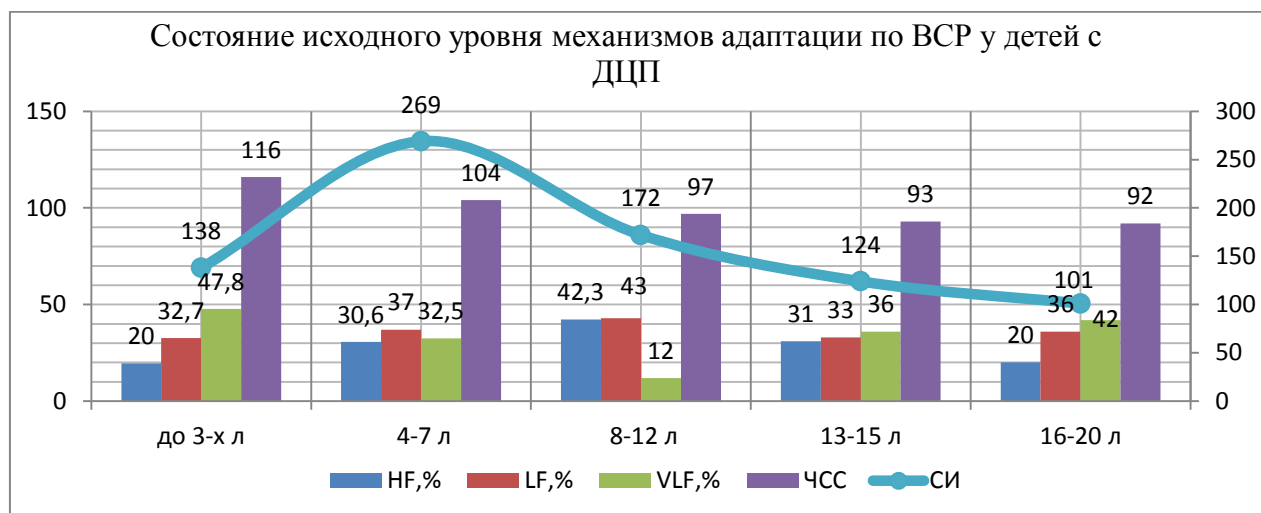


Рисунок 2 - Значения показателей реакций адаптации у детей с ДЦП

В картине исходных значений показателей механизмов адаптации регулирующих сердечный ритм у детей-инвалидов возрастной группы до 3-х лет преобладают показатели симпатических и нейрогуморальных регуляторов.

В возрастной группе 4-7 лет в показателях исходных значений преобладание симпатического регулятора.

В возрастной группе 8-12 лет выражено резкое увеличение симпатопарасимпатического воздействия и значительное снижение гуморального регулирования, то есть преобладающим влиянием обладают автономные механизмы адаптации.

В возрастной группе 13-15 лет высокие значения всех трех звеньев механизмов адаптации, с преобладанием центральных механизмов регуляции.

В возрастной группе 16-20 лет выраженная картина преимущественного влияния симпатического и нейрогуморального воздействий с преобладающим влиянием центральных структур регуляции.

К возрасту 16-20 лет происходит увеличение нейрогуморального влияния на структуру сердечного ритма. Соотношение показателей мощности воздействий регуляторных механизмов этой возрастной группы фактически повторяет показатели возрастной группы 3-х лет.

Вегетативный тонус в возрастном аспекте только в одном возрастном периоде 8-12 лет является уравновешенным. Во всех остальных возрастных периодах, вегетативный тонус оценивается как напряженный с доминирующим влиянием LF и VLF спектральных показателей.

Статистически значимые изменения результатов были отмечены в показателях парасимпатических характеристик (HF%): при сравнении данных возрастных периодов до 3-х лет и 4-7 лет ($p < 0,05$), до 3-х лет и 8-12 лет ($p < 0,01$), до 3-х лет и 13-15 лет ($p < 0,05$), до 3-х лет и 16-20 лет ($p < 0,05$), 8-12-и и 16-20 лет ($p < 0,05$).

В показателях вазомоторного центра (LF%) у детей до 3-х лет и 4-7 лет ($p < 0,01$), до 3-х лет и 8-12 лет ($p < 0,05$), 4-7 лет и 8-12 лет ($p < 0,01$), 4-7 и 13-15 лет ($p < 0,01$), 8-12 и 13-15 лет ($p < 0,01$), 8-12 и 16-20 лет ($p < 0,05$), 13-15 лет и 16-20 лет ($p < 0,01$).

В показателях нейрогуморального воздействия (VLF%) до 3-х и 8-12 лет ($p < 0,01$), 3-х и 13-15 лет ($p < 0,01$), 4-7-и и 8-12 лет ($p < 0,05$), 8-12-лет и 13-15- и лет ($p < 0,05$) и в 8-12-и и 16-20 лет ($p < 0,05$). Эти изменения указывают на снижение влияния автономного контура регуляции на сердечный ритм, что приводит к детренированности организма к подростковому возрасту.

Рост ваготонических показателей не достигает возрастных данных здоровых детей, (таблица 2 и рисунок 3) из-за недостаточности объема и количества физической нагрузки в связи с малоподвижностью, которая не может сформировать адекватное состояние реактивности этой части вегетативной нервной системы.

Спектральные характеристики у детей с церебральным параличом 4-7-летнего возраста, характеризующие автономную регуляцию сердечного ритма (HF,%) меньше аналогичных показателей здоровых детей на 40%, показатели состояния симпатических регуляторов: вазомоторного центра(LF,%), больше на 27%, надсегментарных центральных регуляторов(VLF,%) больше на 35%.

Спектральные характеристики у детей с церебральным параличом 8-12-летнего возраст, характеризующие автономную регуляцию сердечного ритма (HF,%) больше аналогичных показателей у детей с церебральным параличом на 5%, показатели состояния симпатических регуляторов: вазомоторного центра(LF,%), больше на 34%, надсегментарных центральных регуляторов(VLF,%) меньше на 47%.

Спектральные характеристики у детей с церебральным параличом 13-15-летнего возраст, характеризующие автономную регуляцию сердечного ритма (HF,%) меньше аналогичных показателей детей с церебральным параличом на 21%, показатели состояния симпатических регуляторов: вазомоторного центра (LF,%), больше на 6%, надсегментарных центральных регуляторов(VLF,%) больше на 60%.

К подростковому периоду у детей с церебральным параличом наблюдается снижение влияния автономного контура регуляции и возрастает влияние центральных структур на регуляцию сердечного ритма, что говорит о состоянии дисфункциональности вегетативных системы в регуляции ритмообразования и детренированности организма к этому возрасту.

Таблица 2 - Показатели возрастных значений спектральных характеристик ВСР у здоровых детей.

Возраст	TP,мс2	HF%	LF%	VLF%	ЧСС
5 лет	8239±743,3	62,0±3,0	22,2±2,0	15,1±2,4	110±3,4
6 лет	7537,8±443,3	41,8±2,7	31,8±2,0	26,3±2,4	106±7,3
7 лет	6875,1±743,3	47,9±2,9	29,4±1,7	22,6±2,4	100±10,5
8 лет	7537,8±243,3	41,8±2,7	31,8±2,0	26,3±2,4	98±8,2
9 лет	4989,8±693,5	45,5±3,5	29,4±2,0	25,3±2,7	92±6,2
12 лет	4240±243,3	35,1±3,1	27,2±1,5	12,6±2,7	78±6,1
13 лет	3998±713,3	41,4±3,2	29,6±1,6	14±2,6	76±5,1
14 лет	4302±543,3	38,5±2,0	32±2,0	15±2,6	75±5,9

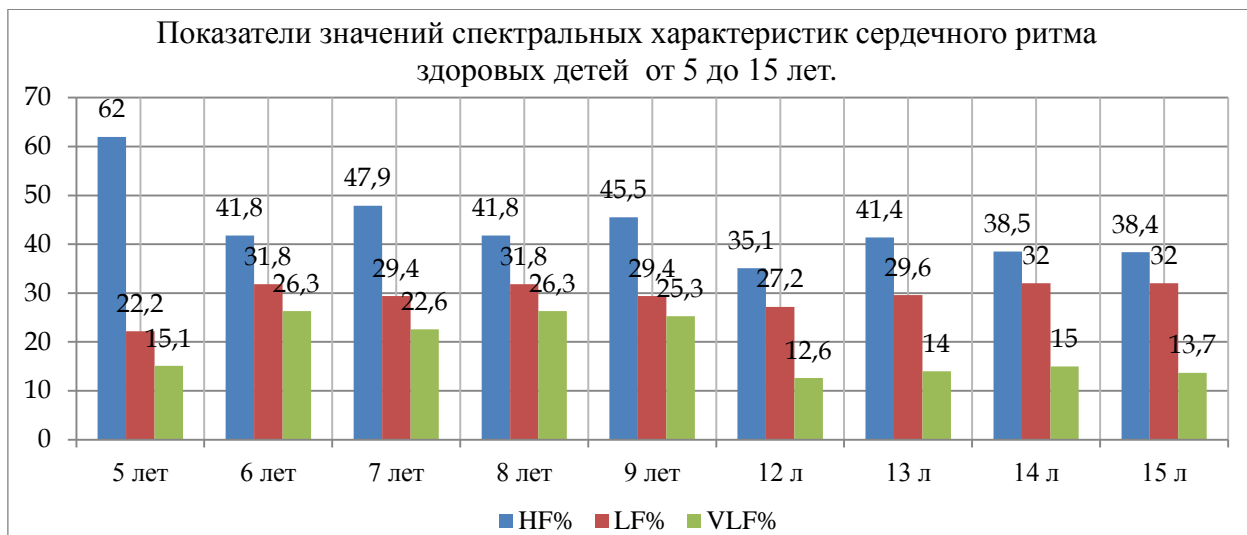


Рисунок 3 – Значения показателей спектральных характеристик сердечного ритма у здоровых детей.

Гендерные различия вегетативного статуса у детей и подростков с ДЦП есть. Возрастная динамика спектральных показателей у мальчиков и подростков с церебральным параличом характеризуется снижением автономных характеристик парасимпатической части вегетативной нервной системы к возрастному периоду 13-16 лет (на 17%). Увеличение показателей симпатической части вегетативной нервной системы, как вазомоторного центра, так и надсегментарных центров регуляции сердечного ритма на 5% и на 4%, свидетельствует о нарастании дисфункционального состояния регуляции сердечно-сосудистой системы и снижении действия защитных адаптационных механизмов.

Возрастная динамика спектральных показателей у девочек характеризуется ростом автономных характеристик парасимпатической части вегетативной нервной системы на 47%, к подростковому периоду 13-16 лет. Так же увеличиваются значения показателей состояния вазомоторного центра регуляции сердечным ритмом на 8%, влияние надсегментарных центров регуляции снижается на 38% к возрасту 13-16 лет, что свидетельствует о более совершенной структуре приспособительных и защитных механизмах адаптации к этому возрастному периоду, отражено на рисунках 4 и 5.

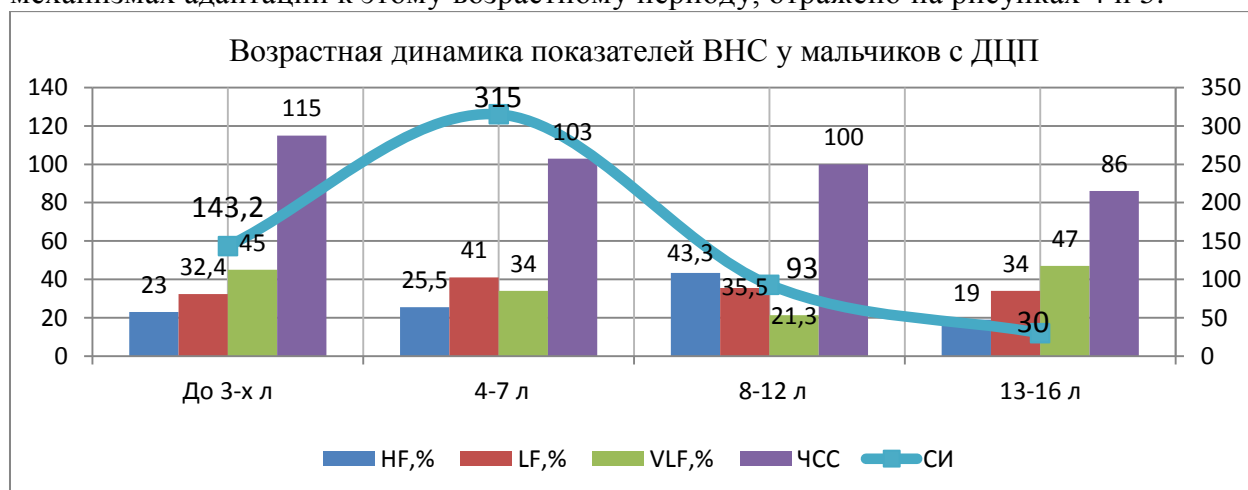


Рисунок 4 – Показатели значений спектральных характеристик у мальчиков и подростков с ДЦП

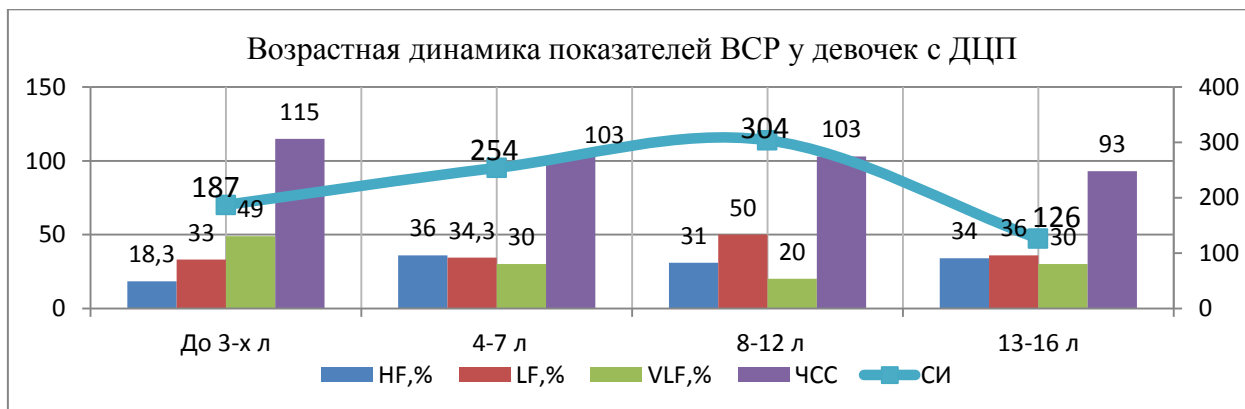


Рисунок 5 – Показатели значений спектральных характеристик у девочек с ДЦП

Исследование variability сердечного ритма при ортостатической пробе позволила получить информацию о состоянии различных звеньев регуляторных механизмов и об общих адаптационных реакциях организма, таблица 3.

При исследовании дети были разделены на 3 группы: по возрасту до 3-х лет, 4-7 лет, 8-15 лет, по гендерному типу ($nG=13$, $nW=7$) и по автономному типу реактивности вегетативного состояния: парасимпатический тип автономной нервной регуляции (при $LF/HF < 0,5$); сбалансированный тип автономной нервной регуляции (при $0,5 < LF/HF < 1$); симпатический тип автономной нервной регуляции (при $LF/HF > 1,0$).

Таблица 3 – Показатели изменений спектральных характеристик ВСР при ортостатической пробе у детей с ДЦП в трёх возрастных группах

Группы	Состояние	HF%	LF%	VLF%	ЧСС	СИ
До 3-х лет	Горизонт	21,3±2,2	32,2±2	47,3±1,9	119±9,4	323,2±77,1
	Ортостаз	25,2±1,8	39,1±2,7	36,3±2,0	106,5±7,2	337,5±68,5
	Δ%	16%↑	18%↑	23%↓	11%↓	4%↑
4-7 лет	Горизонт	28,2±1,75	38,4±2,6	34,4±2,1	104,3±5,1	91,8±71,2
	Ортостаз	35,4±1,8	38,2±2,2	28,3±2,3	110±7,1	136,3±79,4
	Δ%	20%↑	0	18%↓	5%↑	33%↑
8-15 лет	Горизонт	39,3±1,0	46,2±2,8	15,5±2,0	112±7,7	189±68,3
	Ортостаз	21,1±2,1	41,4±1,9	38,2±2,5	90,3±7,8	90,6±65,2
	Δ%	46%↓	11%↓	60%↑	20%↓	52%↓

Повышение значений вагусного воздействия и сосудодвигательного центра, при снижении регулирующих влияний центральных структур говорит об адекватности адаптационного ответа врожденных механизмов адаптации в данный возрастной период до 3-х лет, а преобладание симпато-гуморального типа регуляции свидетельствует о низком резерве адаптации и энергодефицитном состоянии.

В возрастной группе от 4-х до 7-и лет повышение значений вагусного воздействия и сосудодвигательного центра, при снижении регулирующих влияний центральных структур, говорит об адекватности адаптационного ответа врожденных механизмов адаптации в данный возрастной период, и о наличие резерва адаптации.

В возрастной группе 8-15 лет изменения с уменьшением значений вагусного и нейрогуморального регуляторов сердечного ритма указывают на срыв адаптационных реакций, что подтверждает значительная активизация центральных механизмов регуляции, а так же свидетельствует о гиперадаптивной реакции.

Определяющее влияние симпатических и центральных механизмов регуляции на изменение положения тела в возрастной группе до 3-х лет может свидетельствовать о незрелости механизмов регуляции, а в возрастной группе 8-15 лет об истощении адаптационных механизмов. Показатели реактивности механизмов адаптации на ортостатическое воздействие в старшей возрастной группе у детей с ДЦП, показывают

наличие энергодефицитных состояний, что соответствует снижению адаптационных резервов к данному возрасту.

Общая реактивность механизмов адаптации снижена или неадекватно высокая в сравнении с показателями таких же возрастных периодов у здоровых детей.

Общая возрастная тенденция изменений спектральных характеристик при ортостатической пробе характеризуется сменой регулирующего влияния автономных структур (вагусной и вазомоторной) на центральную (нейрогуморальную).

Данное смещение объясняется истощением защитного адаптационно-трофического действия блуждающего нерва, что проявляется в снижении устойчивости к стрессорным воздействиям и констатирует состояние энергодефицита, связанного с увеличивающейся с возрастом гипокинезией, при этом роль регулятора гемодинамических изменений переходит к центральным структурам центральной нервной системы. Динамика дизрегуляторных явлений связана с увеличением возраста и уменьшением двигательной нагрузки.

Гендерные различия в реакции на ортостатическую пробу отражены в таблице 4, они повторяют неадекватный тип реакции на ортостаз у детей с дефицитом движений: усилением симпато-парасимпатической реакции и характеризуются снижением нейрогуморального воздействия, как проявление энергодефицита. У мальчиков усиление мощности волн HF –диапазона на 4%, у девочек на 14%, у мальчиков снижение мощности волн LF-диапазона на 0,2%, у девочек усиление на 8%, ослабление мощности волн VLF-диапазона у мальчиков на 6%, у девочек на 28%. У мальчиков, при изменении положения тела, определяющими являются симпатические механизмы с преобладанием центральных, у девочек – автономные. Состояние реактивности механизмов адаптации у девочек на изменение положения тела совершеннее.

Таблица 4 – показатели спектрального анализа на ортостаз у девочек 2-10 лет и мальчиков 3-15 лет с ДЦП

Группы	Положение	HF,%	LF,%	VLF,%	ЧСС	СИ	TPw,mc ²
М 2-15 л.	Горизонт	27,1±2	34,7±1,9	38,2±2,2	110±8	143,4±35,3	4410±1050,5
	Ортостаз	28,4±1,8	34,4±1,7	36,6±2,1	107±8,1	146,1±28,8	3641±734,5
	Δ%	4%↑	0,2%↓	6%↓	3%↓	2%↑	18%↓
Д 2-10 л.	Горизонт	28,5±1,7	42,5±1,2	29,1±2,2	108±7,0	149,1±31,1	2768,4±650,8
	Ортостаз	33,0±2,1	46,4±1,7	21,2±1,8	102±6,5	194,5±25,5	1468,4±765,5
	Δ%	14%↑	8%↑	28%↓	5%↓	23%↑	47%↓

Анализ вариабельности сердечного ритма у 20 детей и подростков с диагнозом ДЦП, 3-15 лет с различными преобладающими типами автономной нервной регуляции в ответ на ортостатическое воздействие, отражен в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей 3-15 лет с ДЦП с разным типом АНР на ортостаз

Группы	Положение	HF,%	LF,%	VLF,%	ЧСС	СИ	TPw,mc ²
1(V)	Горизонт	53,1±1,8	34,1±1,5	12,6±1,9	184±7,8	425±38,1	1856±980,5
	Ортостаз	12±3,7	30,2±2,0	58,4±2,8	96±8,3	23±45,3	8773±880,3
	Δ%	77%↓	12%↓	78%↑	48%↓	94%↓	78%↑
2(N)	Горизонталь	46,4±2,1	39,1±1,8	16,2±1,7	110±8,1	126±34,2	3034±760,5
	Ортостаз	44,3±1,5	38,2±1,6	18,2±1,5	94±7,9	140±32,3	3596±767,4
	Δ%	4%↓	2,5%↓	11%↑	15%↓	10%	16%↑
3(S)	Горизонт	19,3±3,1	38,2±1,7	43,2±2,3	108±8,2	131±31,9	4146±780,7
	Ортостаз	26,0±2,2	41,0±1,8	33,3±2,1	109±8,12	178±37,4	2703±890,5
	Δ%	27%↑	7%↑	23%↓	1%↑	26%↑	35%↓

1(V) - ваготонический тип АНР; 2(N) - нормотонический тип АНР; 3(S) - симпатикотонический тип АНР.

У нормотоников наблюдается снижение активности автономного контура регуляции с умеренным повышением активности надсегментарных регуляторов.

У симпатотоников атипичная реакция с активацией ваготонического воздействия, активацией вазомоторного центра и снижением активности эрготропных воздействий, что свидетельствует о срыве адаптационных реакций по гипозргическому типу.

Дети с преобладанием симпатических нервных влияний на ритм сердца и влиянием регуляторов центральных структур характеризуются сниженными адаптационными возможностями организма.

Наличие исходного нормотонического и ваготонических типов реагирования на стрессорные внешние воздействия у детей с ДЦП не показывает наличие ожидаемого сбалансированного адаптационного ответа, хотя исходный вегетативный статус является генетически детерминированным и константным физиологическим состоянием.

Причиной измененной реактивностью на ортостатическую пробу у детей с ДЦП даже при наличии физиологически эффективных типов автономной нервной регуляции является то, что снижение объема двигательных реакций с возрастом приводит к астенизации нервной системы, неготовности к физическим нагрузкам, что и выражается в изменении реактивности и снижении эффективности адаптационных реакций.

В изучении реакции на активно-пассивную нагрузку на аппарате MOTomed типа Resh участвовала смешанная по гендерному признаку группа детей-инвалидов с диагнозом детский церебральный паралич различных форм, в возрасте от 2 до 16 лет. Занятие выполнялось в положении сидя в течение 10 минут со скоростью 20 оборотов в 1 минуту.

В младшей группе, до 3-х лет и младшей школьной группах 4-7 лет при ответе на физическую нагрузку данного типа определяющими явились воздействия вазомоторного центра и центральных структур регуляции.

В группе 8-12 лет определяющее воздействие на формирование сердечного ритма оказывает вазомоторный центр при выраженном энергодефицитном состоянии.

В подростковой группе 13-16 лет выраженная реакция централизации регулирования гемодинамики, что подтверждает очень низкую реактивность приспособительных реакций, на фоне многолетнего снижения уровня физической активности. Эти изменения указывают на повышенное нагрузочное воздействие данного типа движения и на низкий защитный уровень адаптационных реакций в этих возрастных периодах.

В возрастном аспекте от 3-х до 16 лет в ответ на физическую нагрузку данного типа наблюдается тенденция возрастания определяющего воздействия центральных механизмов регуляции.

При сравнении данных в возрастном периоде до 3-х лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в следующих показателях: вазомоторного воздействия (LF%) < 0,05; нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,05. В возрастном периоде до 4-5-и лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в следующих показателях: парасимпатических характеристик (HL%) < 0,05, вазомоторного воздействия (LF%) < 0,05 и нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,05. В возрастном периоде 6-12 лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в следующих показателях: парасимпатических характеристик (HL%), вазомоторного воздействия (LF%) < 0,05 и нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,05. В возрастном периоде 13-16 лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в следующих показателях: вазомоторного воздействия (LF%) < 0,05; нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,05, таблица 6.

Таблица 6 - Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП при занятии на мотомеде в разных возрастных группах

Возраст/показатели	Положение	HF%	LF%	VLF%
До 3-х лет	Исходное	31,2±2,7	37,4±2,1	31,4±2,4
	Мотомед	26,1±2,1	39,2±2,0	35,5±3,1
	Δ %	17%↓	4%↑	10%↑
4-7 лет	Исходное	32,4±2,3	37,3±2,1	32,2±2,7
	Мотомед	24,2±2,1	37,7±2,11	38±3,1
	Δ %	25%↓	2%↑	16%↑
8-12 лет	Исходное	19,7±2,7	32,6±2,1	49,2±2,2
	Мотомед	26,3±2,51	48,5±2,3	26,4±2,9
	Δ %	27%↑	33%↑	47%↓
13-16 лет	Исходное	31,4±2,8	49,3±1,9	20,2±2,3
	Мотомед	20,3±2,6	38,3±2,3	42,2±2,7
	Δ %	36%↓	22%↓	52%↑

Количественные показатели увеличения симпатического воздействия у мальчиков (LF на 1%, VLF на 8%), у девочек (LF на 12%, VLF на 10%). У мальчиков реакция на данный вид физической нагрузки является менее напряженной, то есть уровень адаптационных резервов у мальчиков выше, таблица 7.

Таблица 7 - Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП мальчиков и девочек на мотомеде

Пол	Положение	HF%	LF%	VLF%
М	Исходное	28,3±2,7	38,3±3,1	34,3±3,2
	Мотомед	27,4±2,8	36,9±2,9	36,4±2,9
	%	12%↓	1%↑	8%↑
Д	Исходное	30,8±2,6	37,3±2,7	32,3±3,1
	Мотомед	22,1±3,1	42,2±2,7	36,6±3,0
	%	28%↓	12%↑	10%↑

Дети с врожденным типом оптимального реагирования – ваготоники, показывают несбалансированную реакцию с резким снижением вагусного воздействия и значительно выраженным включением механизмов центральной регуляции, у нормотоников довольно высокая реактивность, с резко выраженными изменениями показателей: уменьшением парасимпатических воздействий, и увеличением воздействий центральных структур. Дети с симпатическим типом АНР с исходным напряженным состоянием регуляторных механизмов реагируют с увеличением активности автономных структур, что приведет к более сильному напряжению и быстрейшему истощению систем адаптации, таблица 8.

Таблица 8 - Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП с разным типом АНР при занятии на мотомеде

Тип АНР	Положение	HF%	LF%	VLF%
1(V)	Исходное	54,2±3,3	30,8±2,7	14,8±1,9
	Мотомед	13,9±2,3	29,4±2,55	57,7±2,7
	Δ %	73%↓	4%↓	74%↑
2(N)	Исходное	43,2±2,9	34,3±3,2	23,2±2,6
	Мотомед	31,2±2,5	35,3±2,9	34,3±2,9
	Δ%	28%↓	3%↑	32%↑
3(S)	Исходное	22,4±2,3	38,4±2,6	40,2±2,9
	Мотомед	25,4±2,2	43,1±3,0	32,4±2,7
	Δ%	6%↑	14%↑	16↓

В ответ на физическую нагрузку циклического характера, выполняемую в вертикальном положении с опорой на ноги, наблюдается увеличение активности автономных механизмов адаптации: дыхательного и вазомоторного центра у детей до 3-х лет; центральных механизмов регуляции у детей 6-12 лет и центральных механизмов регуляции у детей 4-5 лет.

В младшей группе в ответ на физическую нагрузку циклического характера реализуются врожденные приспособительные механизмы, отвечая на нагрузку с данным характером движения активизацией только автономных структур регуляции, без включения центральных. В дошкольной группе реакция на физическую нагрузку данного типа, выражается в виде замещения автономных механизмов регуляции, которые не справляются с данной нагрузкой на центральные, которые обеспечивают работу сердечной деятельности в соответствующем режиме.

В дошкольном и школьном возрасте 6-12 лет в ответ на циклическую нагрузку наблюдается выраженная тенденция смещения регуляции сердечного ритма от автономных центров к центральным, таблица 9.

Таблица 9 – Показатели вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП при занятии на дорожке в разных возрастных группах

Возраст	Положение	HF%	LF%	VLF%
До 3-х лет	Исходное	24,4±2,2	33,2±3,1	43,3±3,1
	Дорожка	37,2±2,5	39,4±2,7	24,3±2,7
	Δ %	34%↑	15%↑	44%↓
4-5 лет	Исходное	29,5±1,6	38,4±2,1	32,5±2,5
	Дорожка	20,7±1,7	36,2±2,1	42,3±2,4
	Δ %	30%↓	5%↓	22%↑
6-12 лет	Исходное	23,7±2	49,5±2,1	28,4±2,5
	Дорожка	15,2±2,5	51,3±2,14	34,2±2,3
	Δ %	37%↓	4%↑	18%↑

При сравнении данных в возрастном периоде до 3-х лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в показателях вазомоторного воздействия (LF%) < 0,01, в возрастном периоде до 4-5-и лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в показателях: парасимпатических характеристик (HF%) < 0,05, вазомоторного воздействия (LF%) < 0,05, в возрастном периоде 6-12 лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в показателях вазомоторного воздействия (LF%) < 0,01.

В ответ на физическую нагрузку с движениями циклического типа происходит увеличение активности вазомоторного центра, а так же центральных механизмов регуляции у мальчиков и увеличение активности автономных механизмов регуляции у девочек. У девочек реакция на данный вид физической нагрузки является более физиологичной, то есть реакции адаптации выше, чем у мальчиков, таблица 10.

Таблица 10 - Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП мальчиков и девочек при занятии на дорожке

Пол	Положение	HF%	LF%	VLF%
М	Исходное	28,1±2,7	40,3±2,76	32,3±2,8
	Дорожка	20,2±2,1	40,4±2,7	39,2±2,1
	%	29%↓	0,2%↑	18%↑
Д	Исходное	25,2±2,7	37,5±2,6	38,6±2,7
	Дорожка	29,5±2,3	36,9±2,67	33,6±2,66
	Δ%	14%↑	2%↓	13%↓

В ответ на физическую нагрузку циклического характера, дети с ДЦП, разделенные на 2 группы по состоянию АНР показали:

у детей с нормотоническим типом АНР значительное увеличение тонуса симпатической части ВНС, причем за счет значительного увеличения центральных влияний на регуляцию (LF на 3%, VLF на 60%), при уменьшении HF (на 54%);

у детей с симпатическим типом АНР выявлено снижение тонуса парасимпатической части ВНС (HF на 5%), снижение тонуса вазомоторного центра (LF на 1,2%), повышение уровня центральных воздействий (VLF на 3%).

Дети с врожденным типом оптимального реагирования нормотоники, показывают выраженную симпатическую реакцию с увеличением активности надсегментарной составляющей регуляции ритма сердца, а дети с врожденным симпатическим статусом

реагирования на физическое воздействие показывают умеренную и невысокую мобилизационную активность системы кровообращения на движение этого типа, то есть показывают невыраженную реакцию напряжения адаптационных механизмов, что может свидетельствовать об истощении резервных возможностей и срыву адаптационных механизмов регулирования, таблица 11.

Таблица 11 - показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП с разным типом АНР при занятии на дорожке

Тип АНР	Положение	HF%	LF%	VLF%
1(N)	Исходное	46,3±3,1	38,2±2,7	16,4±2,1
	Дорожка	21,3±2,4	39,2±2,8	40,3±3,2
	%	54%↓	3%↑	60%↑
2(S)	Исходное	22,1±1,7	40,5±2,3	37,7±2,7
	Дорожка	21,2±1,6	40,4±2,35	38,4±2,3
	Δ %	5 %↓	1,2%↓	3%↑

В ответ на физическую нагрузку со сложно-координационным типом движения, наблюдается увеличение активности отделов вегетативной нервной системы: вагусного у детей до 3-х лет, 8-12 лет и 13-16 лет; вазомоторного центра у детей до 3-х лет и 13-16 лет; центральных механизмов регуляции у детей 4-7 лет и 8-12 лет, таблица 12.

Таблица 12– Показатели вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП при занятии на тренажере Гросса в разных возрастных группах

Возраст	Положение	HF%	LF%	VLF%
До 3-х лет	Исходное	18,95±1,7	31,3±2,3	50,4±2,6
	Тр.Гросса	27,3±2,0	46,5±2,7	28,3±3,0
	Δ %	30%↑	33%↑	44%↓
4-7 лет	Исходное	32,5±2,2	38,4±2,4	29,5±2,5
	Тр.Гросса	30,2±2,3	37,4±2,35	33,3±2,55
	Δ %	8%↓	3%↓	12%↑
8-12 лет	Исходное	36,7±2,2	45,8±2,1	17,5±2,1
	Тр.Гросса	38,1±2,1	19,6±2,2	42,4±2,0
	Δ %	4%↑	57%↓	59%↑
13-16 лет	Исходное	24,3±2,2	46,4±2,3	30,3±2,5
	Тр.Гросса	33,4±2,5	49,4±3,0	19,5±2,2
	Δ %	27%↑	6%↑	37%↓

В младшей группе в ответ на физическую нагрузку сложно-координационного характера реализуются врожденные приспособительные механизмы, отвечающие на нагрузку с данным характером движения активизацией только автономных структур регуляции, со снижением центральных.

В дошкольной группе реакция на физическую нагрузку данного типа выражается в виде адекватных слабовыраженных ответных реакций на физический раздражитель, но с уже заметным увеличением центральных механизмов регуляции.

В младшем школьном и школьном возрасте 8-12 лет в ответ физическую нагрузку в виде сложно-координационных движений наблюдается тенденция смещения регуляции сердечного ритма от автономных центров к центральным, организм не готов к нагрузкам, это самый неадекватный с возможностью срыва адаптационных регуляторов, возрастной период.

В подростковом возрасте: адекватная реакция с включением симпатических регуляторов автономного уровня, со значительным уменьшением центральных регулирующих воздействий по гипоэргическому типу.

При сравнении данных в возрастном периоде до 3-х лет, статистически значимые изменения результатов наблюдали в показателях вазомоторного воздействия (LF%) < 0,01, в возрастном периоде до 4-5 лет, в показателях нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,01, в возрастном периоде до 6-12 лет, статистически значимые изменения результатов парасимпатических характеристик (HF%) < 0,05, вазомоторного воздействия (LF%) < 0,01 и

нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,01, в возрастном периоде до 13-16 лет, статистически значимые изменения результатов парасимпатических характеристик (HL%) < 0,01 и нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,05.

Гендерные различия есть: происходит увеличение ваготонической активности и снижение тонуса симпатической регуляции и центральных механизмов регуляции у мальчиков и снижение ваготонической активности с повышением тонуса вазомоторного центра и надсегментарных центров регуляции у девочек, таблица 13.

Таблица 13 - Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП мальчиков и девочек при занятии на тренажере Гросса

Пол	Положение	HF%	LF%	VLF%
М	Исходное	27,7±2,2	38,3±2,9	34,3±2,8
	Тр.Гросса	30,7±2,5	39,6±,5	30,1±2,7
	Δ %	10%↓	3%↑	12%↓
Д	Исходное	30,4±2,7	38,2±2,7	31,5±2,7
	Тр.Гросса	29,3±2,5	39,6±2,65	31,8±2,5
	Δ %	4%↓	3%↑	1%↑

У девочек приспособительные реакции на данный вид физической нагрузки выражаются менее физиологично, реакция идет со включением центральных уровней регуляции, это говорит о сниженном адаптационном резерве.

В ответ на физическую нагрузку сложно-координационного характера, дети с врожденным типом оптимального реагирования, нормотоники и ваготоники, показывают выраженную симпатическую реакцию с увеличением активности надсегментарной составляющей регуляции ритма сердца, таблица 14. Дети с врожденным симпатическим статусом реагирования на физическое воздействие показывают умеренную мобилизационную активность системы кровообращения на движение этого типа, при определяющем воздействии автономных структур. Типы реагирования соответствуют по своему характеру реактивности, наблюдаемую у здоровых детей.

Таблица 14 – Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у детей с ДЦП с разным типом АНР при занятии на тренажере Гросса

Тип АНР	Положение	HF%	LF%	VLF%
1(V)	Исходн	53,9±3,1	26,3±2,8	19,8±1,9
	Тр.Гросса	40,7±2,7	35,1±2,76	24,3±2,2
	Δ %	24%↓	25%↑	19%↑
2(N)	Исходн	39,2±2,9	30,3±2,7	31,2±2,1
	Тр.Гросса	21,2±1,9	36,6±2,1	43,4±2,2
	Δ %	46%↓	17%↑	28%↑
3(S)	Исходн	26,5±1,9	40,2±2,2	34,2±1,8
	Тр.Гросса	31,3±1,85	40,5±2,1	29,3±2,1
	Δ%	15%↑	0	15%↓

1(V) – ваготонический тип АНР; 2(N) – нормотонический тип АНР; 3(S) – симпатикотонический тип АНР.

Обоснование выбора оптимальной схемы физической реабилитации

Для выбора оптимальной схемы занятий по физической реабилитации у детей с ДЦП: первая группа (16 детей) занималась по схеме:

- вхождение в тренировку с помощью движений на тренажере-вертикализаторе;
- занятия для укрепления мышечной силы, увеличение эластичности и снижение спастичности на мотомеде;
- для повышения функциональных возможностей занятия на беговой дорожке с использованием циклического типа движения;
- закрепление полученной нагрузки для получения кумулятивного эффекта физиологических реакций срочной адаптации с выходом из тренировки на тренажере-вертикализаторе.

Вторая группа (12 детей) занималась по обычной схеме: разминка, статические нагрузки на мотомеде, циклические занятия на дорожке, занятия для развития мелкой моторики, занятия на формирование установочных поз и ходьбы, занятия на тренажере Гросса.

Третья группа (9 детей) занималась ОФП и на силовых тренажерах. Исследования и фиксация результатов проводились в течение 2-х месяцев, результаты отражены в таблице 15 и рисунке 6.

Таблица 15 – Показатели спектрального анализа в трех сравниваемых группах с разными схемами реабилитационных мероприятий

Группы/Показатели	HF%			LF%			VLF%		
	HF%, исходн	HF%	Δ%	LF%, исходн	LF%	Δ%	VLF%, исходн	VLF%	Δ%
Исследуемая группа	35,1±2,9	33,2±2,1	6%↓	34,1±2,2	40,1±2,8	15%↑	32,3±1,7	28,1±1,0	13%↓
I Контрольная группа	30,1±2,6	21,1±2,2	30%↓	37,2±2,5	38,1±2,6	3%↑	33,3±1,6	41,0±1,9	20%↑
I Контрольная группа	33,2±2,6	28±2,2	15%↓	42,2±2,4	49,2±2,5	14%↑	32,2±1,4	23,2±1,6	28%↓

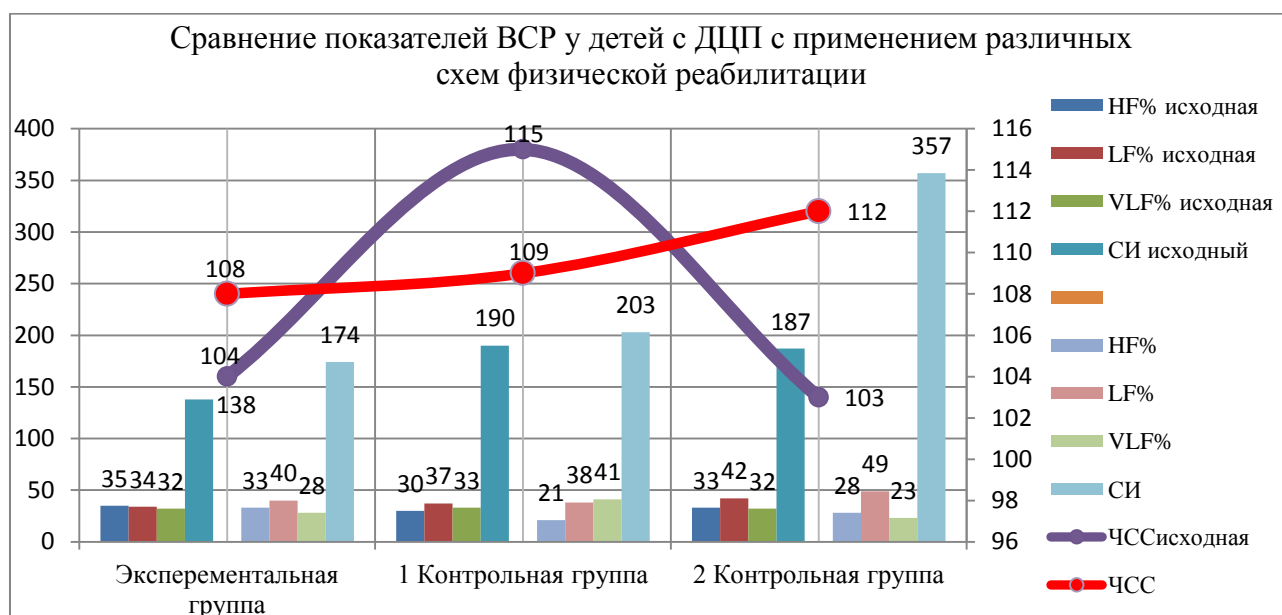


Рисунок 6 – Сравнение показателей variability сердечного ритма при различных схемах физической реабилитации

В результате занятий по предложенной схеме в экспериментальной группе определяющими регуляцией сердечного ритма явились автономные регуляторы. Произошло уменьшение значений парасимпатического влияния на 6%, увеличение регуляции сосудистого тонуса на 15%, уменьшение нейро-гуморальных влияний на 12%.

В группе сравнения 1, преобладающее влияние на сердечный ритм стали оказывать центральные механизмы регуляции. Произошло снижение влияния парасимпатического воздействия на 30%, увеличение влияния вазомоторного центра на 3%, и увеличение нейро-гуморального влияния на 20%.

В свободной группе 2, преобладают автономные механизмы регуляции, но с сильно выраженными влияниями вазомоторного центра. Произошло снижение парасимпатического тонуса на 15%, увеличение тонуса вазомоторного центра на 14%, значительное снижение тонуса центральных структур на 28%.

Выраженные изменения произошли во второй и третьей контрольных группах. В одном случае автономные структуры управления уступили контроль за регуляцией центральным регуляторам, то есть адаптационные механизмы находятся в состоянии

напряжения, в другом выявлено резкое снижение центральных структур регуляции, как результат срыва адаптационных механизмов.

При сравнении данных занятий по экспериментальному плану и плану обычных занятий 1, статистически значимые изменения результатов наблюдали в следующих показателях: парасимпатических характеристик (HL%) < 0,01, вазомоторного воздействия (LF%) < 0,05 и нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,01. При сравнении данных после занятий по предложенному экспериментальному плану и плану свободных занятий 2, статистически значимые изменения результатов наблюдали в следующих показателях: парасимпатических характеристик (HL%) < 0,01, вазомоторного воздействия (LF%) < 0,01 и нейрогуморального воздействия (VLF%) < 0,05.

При равных условиях проведения физических реабилитационных мероприятий: мощности нагрузок и времени проведения, первая схема, использующая принцип равномерного распределения нагрузки, с учетом особенностей чередования определенных типов движений, а так же преимущественное выполнение движений в вертикальном состоянии с большим количеством сложно-координационных типов, происходит совершенствование адаптационных реакций, физиологические механизмы адаптации не перегружаются, что не приводит к их срыву.

Выводы

1. У детей с детским церебральным параличом выявлен высокий процент акушерской и перинатальной патологии и сопутствующих соматических заболеваний. Недоношенность совместно с осложненным течением беременности отмечена у 89 детей (59%), акушерское вмешательство - в 22 случаях (15%), кесарево сечение и ядерная желтуха - у 1 ребенка (0,7%) соответственно, внутриутробная инфекция - у 6 детей (4%). Часто болеющие дети составили 11% от общего количества обследованных детей, с повышенным внутричерепным давлением - 6%; с бронхолегочными заболеваниями и с сердечно-сосудистой патологией - 2% соответственно.

2. Выявлены различия антропометрических показателей у детей и подростков с церебральным параличом и у здоровых детей. У детей с церебральным параличом по сравнению со здоровыми детьми того же возраста **снижены: показатели** длины тела - у девочек и мальчиков 10-11 лет - на 8,4% и 7,7% соответственно, у девочек 12-13 лет - на 7,9%, у мальчиков 14-15 лет - на 6,2%; **объем** грудной клетки у мальчиков в возрасте 14-15 лет - на 9 см; **масса тела** девочек 12-13 лет - на 18,1% и мальчиков в возрасте 14-15 лет - на 23,8%.

3. У детей обоего пола всех возрастных групп с церебральным параличом выявлено увеличение показателя ЧСС по сравнению со здоровыми детьми того же возраста: в группе до 3-х лет - на 1,7%, в группе от 4 до 7 лет - на 7%, в группе от 8 до 12 лет - на 18%, в группе от 13 до 15 лет - на 28%.

4. Исследование функционального состояния организма детей и подростков, страдающих церебральным параличом, в возрасте 2-15 лет, с использованием анализа variability сердечного ритма, свидетельствует о том, что по уровню физического развития они уступают здоровым сверстникам.

Установлено, что к подростковому периоду у детей с церебральным параличом происходит возрастание влияния центральных структур на регуляцию сердечного ритма, свидетельствующее о дисфункции вегетативной нервной системы и детренированности организма к этому возрасту.

Соотношение показателей регуляторных механизмов в этом возрасте отличается от показателей спектральных характеристик вегетативной нервной системы здоровых детей этого возрастного периода на (HF-38%(19%), LF-32%(34%), VLF-13%(47%)).

Состояние гипокинезии у детей с церебральным параличом способствует нарушению вегетативной регуляции с проявлениями симпатикотонии, выраженной нейрогуморальной регуляции, дезадаптации к вертикализации.

5. Выявлены особенности формирования структуры сердечного ритма в состоянии покоя у детей-инвалидов различных возрастных групп: в группе от 2 - 7 лет - под преимущественным воздействием симпатического и нейрогуморального факторов, в группе 8-12 лет - под преобладающим воздействием автономных структур регуляции и характеризуется благоприятными и уравновешенными показателями вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, в группе от 13 до 15 лет – с воздействием симпатических и преимущественно нейрогуморальных влияний на сердечную деятельность. К возрастному периоду от 16 лет и старше выявлено снижение влияния парасимпатического воздействия и дальнейшее увеличение нейрогуморальных влияний.

6. Возрастные особенности регуляции систем адаптации при изменении положения тела в возрастной период до 3-х лет выявили преобладание симпато-гуморального типа регуляции, низкие значения резервов адаптации и энергодефицитный тип ответной реакции.

В возрастной период в 4-7 лет выявлено наличие резервов адаптации при изменении положения тела.

В возрастном периоде 8-15 лет изменения значений вагусного и нейрогуморального регуляторов сердечного ритма, указывают на срыв адаптационных реакций, что является проявлением гиперадаптивной реакции и подтверждается выраженным влиянием центральных механизмов регуляции.

Определяющее влияние симпатических и центральных механизмов регуляции на изменение положения тела в возрастной группе до 3-х лет свидетельствует о незрелости механизмов регуляции, а к возрастному периоду 8-15 лет об истощении адаптационных механизмов, что соответствует снижению адаптационных резервов к данному возрасту.

7. При выполнении пассивно-активных типов движений на тренажере MOTomed (vival), увеличение тонуса регуляторных механизмов центральных структур свидетельствует о повышенном нагрузочном воздействии такого типа движений и о низком защитном уровне адаптационных реакций на данный вид двигательной активности у детей с церебральным параличом.

Реакция на нагрузку с данным типом движений не соответствует функциональным резервам детей с ДЦП.

В ответ на физическую нагрузку циклического характера на беговой дорожке наблюдается увеличение активности автономных механизмов адаптации: дыхательного и вазомоторного центра у детей до 3-х лет; центральных механизмов регуляции у детей 6-12 лет и центральных механизмов регуляции у детей 4-5 лет.

При сложно-координационном типе движения, в ответ на физическую нагрузку, на тренажере Гросса, выявлено увеличение активности вагусного влияния у детей с церебральным параличом до 3-х лет, 8-12 лет и 13-16 лет; вазомоторного центра у детей до 3-х лет и 13-16 лет; центральных механизмов регуляции у детей 4-7 лет и 8-12 лет.

8. На основании полученных результатов разработан алгоритм применения двигательных режимов разной направленности, с преимущественным использованием физических упражнений сложно-координационного типа, сообразующийся с возрастными-гендерными особенностями, типом автономного нервного регулирования, с целью эффективной реабилитации детей и подростков с врожденными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата.

Практические рекомендации

1. Возрастно-гендерные особенности и особенности типа автономного нервного регулирования определяют выбор адекватных тренировочных нагрузок и двигательных режимов разной направленности.

2. Построение микроцикла реабилитационного занятия с использованием двигательных нагрузок лечебной физкультуры, в соответствии с распределением движений разной направленности при экспресс-контроле за показателями вегетативной нервной системы позволяет расширить функциональные возможности организма.

3. При организации реабилитационных мероприятий методами лечебной физкультуры и определении двигательных режимов необходимо учитывать выявленные нами напряженные периоды в процессе роста и развития детей с последствиями церебрального паралича: младший возраст до 3-х лет, у мальчиков до 7-и лет и старше 13-и лет, у девочек до 3-х лет и после 13-и лет.

4. Целенаправленную двигательную реабилитацию необходимо начинать с возрастного периода раннего детства (1-3 лет), когда не так выражено состояние гипокинезии и физиологические механизмы способствуют закреплению адаптации и переходу от срочной к долговременной.

5. Физические занятия должны быть ежедневными и индивидуализированными. Физическая реабилитация для детей с ДЦП должна быть комплексной и непрерывной на протяжении многих лет и направлена на расширения общей двигательной активности и тренировки возрастных двигательных навыков.

6. Занятия на тренажерах, в которых используются нагрузки в статическом положении и циклический тип движений, необходимые для формирования выносливости, силовых качеств и укрепления эластичности свойств мышц, надо применять с осторожностью, с учетом динамического контроля variability сердечного ритма, так как они нагрузочны, а реакция ВНС у детей с ДЦП еще не сформировалась.

7. Преимущественное значение в физических методах должны составлять физические упражнения на тренажерах и устройствах, позволяющих выполнять движения сложно-координационного типа. Занятия с их применением должны выполняться в вертикальном положении, с опорой на стопы, что улучшает межмышечное реагирование и не приводит к состоянию перенапряжения, способствует воссозданию рефлекторных механизмов срочной адаптации на физическую нагрузку с последующим закреплением их.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Клендар, В.А. Исследование состояния механизмов адаптации у детей с ДЦП при изменении положения тела в пространстве / В.А. Клендар, Н.А. Гросс // Теория и практика физической культуры.-2017.- №2. С.46-48.

2. Клендар, В.А. Исследование функционального состояния нервной регуляции у детей с НОДА, методом variability сердечного ритма / В.А. Клендар, Н.А. Гросс // Вестник спортивной науки. - 2015. - №5. С.40-47.

3. Клендар, В.А. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей с НОДА, при применении методов физической реабилитации с двигательными режимами разной направленности / В.А. Клендар, Н.А. Гросс // Вестник спортивной науки. - 2015. - №2.- С.41-45.

4. Клендар, В.А. Изучение состояния механизмов адаптации у детей с ДЦП посредством анализа variability сердечного ритма / В.А. Клендар // Вестник спортивной науки. - 2014. - № 6. - С.52-56.

5. Особенности хронобиологической и климатогеографической адаптации высококвалифицированных спортсменов к условиям Рио-де-Жанейро с учетом особенностей видов спорта. Научная монография – М.: ФГБУ ФНЦ ВНИИФК ООО «НИПКЦ Восход-А», 2016. – 512 с. (Глава 6. С. 461 – 498)

6. Практические рекомендации для спортсменов, тренеров и специалистов спортивной сборной команды России по реализации мер, направленных на оптимизацию адаптации представителей различных видов спорта к условиям Рио-де-Жанейро для планирования заключительного этапа подготовки к Играм XXXI Олимпиады 2016 года. ФГБУ «ФНЦ ВНИИФК». М.: «Вектор». 2016.- 126 с. (Гл. 10. С.103-111.)

7. Клендар, В.А. Сравнение возрастных характеристик вегетативной нервной системы детей с врожденными нарушениями опорно-двигательного аппарата и здоровых детей по спектральным показателям variability сердечного ритма / Гросс Н.А. Морозов В.Н. Сынова Е.В. // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. -2017.-№ xx. -С.xx-xx. (Сдано в печать).