

На правах рукописи

Горст Виктор Рудольфович

**ФОРМИРОВАНИЕ РИТМА СЕРДЦА И
АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ**

03.00.13 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Астрахань 2009

Работа выполнена на кафедре нормальной физиологии Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Астраханская государственная медицинская академия» Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию

Научный консультант доктор медицинских наук, профессор
Полунин Иван Николаевич

Официальные оппоненты:

Будылина Софья Михайловна - доктор медицинских наук, профессор.
Кафедра нормальной физиологии Московского медико-стоматологического университета

Джандарова Тамара Измаиловна - доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных Ставропольского государственного университета

Котельников Андрей Вячеславович - доктор биологических наук, профессор кафедры гидробиологии и общей экологии Астраханского государственного технического университета

Ведущая организация: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию

Защита состоится «__» _____ 2009г. в ____ часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.009.01 при Астраханском государственном университете по присуждению ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.00.13 – физиология по адресу: 414000, г.Астрахань, пл. Шаумяна,1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Астраханского государственного университета по адресу: 414000, г.Астрахань, пл. Шаумяна,1.

Автореферат разослан «__» _____ 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук

Ю.В. Нестеров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Адаптация к социальным и природным факторам окружающей среды является важнейшей закономерностью жизни. Изучение процесса адаптации следует считать одной из самых актуальных медико-биологических задач современности. Все периоды онтогенеза человека состоят из непрерывной череды процессов зарождения, развития и совершенствования структур и механизмов деятельности функциональных систем, которые обеспечивают приспособление и устойчивость функционирования организма.

В процессе жизни человеку приходится приспосабливаться к постоянно меняющимся экстремальным природно-климатическим факторам окружающего мира, а также адаптироваться к жестким социальным условиям. Диспропорции между различными адаптационными механизмами формируют и предъявляют организму значительную «цену адаптации» (Меерсон, 1981; Казначеев, 2000; Агаджанян, Никитюк, Полунин, 1996; Агаджанян, Полунин, 1998; Агаджанян, Баевский, Берсенева, 2000; Агаджанян, 2002; Никитюк, 2002).

Приспособление человека к физическим нагрузкам вырабатывалось в ходе длительной эволюции. Физическая активность на протяжении существенного периода развития являлась наиболее характерной чертой образа жизни человечества. Это способствовало гармоничному развитию основных физиологических систем, которые обеспечивали поддержание гомеостаза и достижение полезного приспособительного результата (Анохин, 1998; Судаков, 2000, 2002, 2005). Современному человеку свойственна гиподинамия, которая привела к серьезным рассогласованиям в работе таких жизнеопределяющих систем как сердечно-сосудистая, дыхательная, опорно-двигательная. Развитие морфофункциональных диспропорций между этими системами делает актуальным дальнейший поиск комплексных критериев оценки их состояния, а также путей преодоления функциональных нарушений.

Весьма актуальным и практически значимым является исследование адаптационного потенциала системы кровообращения и адаптационных резервов на организменном уровне. При этом необходимо учитывать, что дисрегуляторные расстройства связаны с нарушениями вегетативного гомеостаза (Баевский, Берсенева, 1997; Ситдииков, Шайхелисламова, Валева, 2001; Крыжановский, 2002; Котельников и др., 2003; Земцовский и др., 2004; Миронова, Миронов, 2006; Ferrari, 1990; Mano, 1990; Shannahoff-Khalsa, 1991). Снижение уровня приспособительных реакций к физическим нагрузкам в первую очередь связано с ограниченными возможностями сердечно-сосудистой системы. Это обусловлено детренированностью миокарда, расстройствами ритмообразовательной функции сердца, нарушениями проводящей системы, аномалиями развития, миокардитами, ишемической болезнью сердца, гипертонией (Залесский, Дынник, 2005). Практически при всех перечисленных состояниях происходит нарушение ритма сердечной деятельности, которое приводит к недостаточности всей сердечно-

сосудистой системы. Среди арсенала современных методов диагностики нарушений сердечного ритма особое место занимают аппаратно-программные комплексы, которые позволяют анализировать кардиоинтервалограммы. Этот метод дает представление о центральных и периферических механизмах, оказывающих влияние на формирование ритма сердца. Несмотря на колоссальный опыт, накопленный в этой области, до сих пор нет единого мнения по вопросам механизмов формирования variability сердечного ритма (Баевский, 2001; Котельников и др., 2002). Отсюда представляет несомненный интерес дальнейшее изучение центральных и периферических регуляторных механизмов, влияющих на формирование сердечного ритма при различных функциональных состояниях.

Конечной целью функциональной системы дыхания является поддержание должного уровня кислорода и углекислого газа в крови и создание определенной рН среды (Бреслав, Глебовский, 1981; Уэст, 1988; Сафонов, Миняев, Полунин, 2000). При физической нагрузке в организме накапливаются недоокисленные продукты обмена (молочная кислота, CO_2 и другие активные физиологические вещества), нарушается не только дыхательный гомеостазис, но и многие другие функции организма, например, иммунитет. Углекислый газ является универсальным многогранным регулятором значительного числа физиологических процессов. В то же время его роль в организме до конца не изучена. Особый интерес в этой связи представляет исследование влияния углекислого газа на формирование ритма сердца.

Опорно-двигательный аппарат - основное морфофункциональное образование, которое противостоит постоянно действующей гравитации. Сколиозы, кифозы, врожденная патология и травмы позвоночника оказывают негативное влияние на антигравитационные реакции, а также на гемодинамику, процессы дыхания и механизмы регуляции вегетативных функций (Миронов и др., 2006; Верихов, Устинова, Зайцева, 2007). Боковое искривление позвоночника в зависимости от его выраженности и направления изгиба может оказать различное воздействие на центральные и периферические отделы нервной системы и на работу сердца. Характер и механизм этих воздействий до конца не изучены. В этой связи весьма актуальным и практически значимым является исследование влияния латеральных изгибов позвоночника на формирование сердечного ритма.

Адаптация есть комплексная реакция организма на экстремальные факторы, интенсивность и экстенсивность которых приводят к нарушениям постоянства внутренней среды. Адаптация представляет собой непрерывный процесс и имеет многоуровневый и динамический характер. Важнейшим признаком адаптированности является возможность выполнения всех видов социальной и биологической деятельности.

С позиций современных кибернетических представлений о конструктивных свойствах живых существ организм человека можно представить как слаженную интеграцию множества функциональных сис-

тем, одни из которых определяют динамическую устойчивость гомеостаза, другие - адаптацию к внешней среде (Павлов, 1951; Анохин, 1998; Судаков, 2000; Судаков, Урываев, 2004; Карпов, 2005).

В основе адаптации лежит формирование доминирующей функциональной системы, полезным результатом которой является поддержание и восстановление нарушенного гомеостаза. Многоуровневый принцип функциональных систем в целостном организме предусматривает участие как соматической, так и вегетативной нервной системы в процессах адаптации. Следует подчеркнуть, что при этом исключительную роль играет исходная реактивность, которая связана с морфофункциональным состоянием организма и во многом определяет характер предстоящей реакции на действие адаптогенных факторов. Определение исходной реактивности или так называемой «готовности к адаптации» имеет важное значение для прогнозирования характера ответной реакции организма в новых условиях существования (Илюхина, Заболотских, 2000; Казначеев, 2000; Казин и др., 2001; Бабошко и др., 2004; Крыжановский и др., 2004; Van-Lenthe, Snel, Twisk, 1998).

Гармония функциональных взаимоотношений является универсальным основополагающим принципом, обеспечивающим оптимальное функциональное состояние и максимальные адаптационные возможности организма. Эти взаимообусловленные отношения функциональных систем полностью согласуются с положениями учения о фрактальной структуре построения мира. Характеристики параметров взаимодействующих функциональных систем соответствуют закономерностям золотых пропорций. Закономерности золотых пропорций отражают внутреннюю гармонию человека, а, следовательно, имеет непосредственную связь с адаптационными процессами организма (Пидоу, 1979; Коробко, Примак, 1992; Васютинский, 1990; Цветков, 1984, 1997).

Цель исследования. Разработка концептуальных представлений об индивидуальной мере адаптационных возможностей организма на основе комплексного изучения основных физиологических функций организма.

Задачи исследования:

1. Провести анализ компонентов, входящих в классическую расчетную формулу адаптационного потенциала системы кровообращения, определить степень информативности данного критерия при исследовании резервных возможностей дыхательной системы.
2. Провести сравнительный анализ реакции испытуемых на гипоксию с нормокапническим и гиперкапническим компонентами с учетом исходного вегетативного статуса.
3. Провести исследование влияния антропометрических показателей и компонентов сомы на физическую работоспособность и реакцию организма на максимальную физическую нагрузку.

4. Изучить особенности формирования сердечного ритма в условиях относительного покоя, при задержке дыхания, гипервентиляции легких и максимальной физической нагрузке.

5. Исследовать влияние пространственного положения позвоночника и сил гравитации на показатели гемодинамики и variability сердечного ритма.

6. Исследовать закономерность золотых пропорций в соотношении физиологических показателей кардио-респираторной системы при различных функциональных состояниях.

7. Исследовать функциональное состояние организма по показателям гемодинамики и особенностям формирования ритма сердца в процессе применения мануальной терапии и аппаратного устройства для коррекции позвоночника.

8. Разработать интегральный показатель функциональной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы с учетом ее адрен- и холинэргических влияний на органы и ткани организма.

9. Разработать принципиально новые методические подходы для оценки функционального взаимодействия кардио-респираторной и опорно-двигательной систем и установления индивидуальной меры дисрегуляторных отклонений.

Новизна исследования. Разработано концептуальное представление об индивидуальной мере адаптационных возможностей организма, основанное на мультипараметрической оценке состояния основных функциональных систем с учетом гравитационных влияний.

Получены новые данные, характеризующие значение антропометрических параметров и типа телосложения в формировании вегетативного статуса человека, а также их влияние на физическую работоспособность.

Впервые показана роль пространственного положения позвоночника в реализации механизмов нервной регуляции вегетативных функций при выполнении функциональных проб с изменением положения тела. Впервые определено закономерное влияние направления изгиба позвоночника во фронтальной плоскости на формирование сердечного ритма и гемодинамику в целом.

Разработан новый способ оценки состояния симпатического отдела вегетативной нервной системы с учетом ее адренэргических и холинэргических влияний на организм, что позволило среди обследованных выделить лиц с низкой, умеренной и высокой активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Новизна исследования заключается в выявлении золотых пропорций систолического и диастолического артериального давления, интервалов QT и TQ ЭКГ, резервных объемов выдоха и вдоха и использовании закономерности золотых пропорций для оценки адаптационных возможностей организма.

Впервые применено разработанное нами и запатентованное устройство для тракционной коррекции грудного отдела позвоночника с целью нормализации вегетативного статуса.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Методические подходы к исследованию функций сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем, используемые в настоящей работе, позволяют дать оценку физического состояния организма, уровня его адаптационных возможностей и установить значение меры индивидуальных различий при разных функциональных состояниях.

2. Тип телосложения человека оказывает закономерное влияние на его физическую работоспособность, что особенно ярко выражено при значительном мышечном напряжении. Длина тела оказывает влияние на формирование величины артериального давления, опосредуя свой эффект через силы гравитации.

3. Характер геометрии позвоночника, обусловленный искривлениями во фронтальной плоскости, определяет особенности вегетативного статуса человека. Изменение величины продольной осевой нагрузки на позвоночник отражается на состоянии нервных механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы при выполнении ортостатической и клинорегуляторной функциональных проб.

4. Золотые пропорции показателей функциональной активности кардио-респираторной системы позволяют оценить адаптационные возможности организма в диапазоне от уровня физиологического покоя до максимально допустимых физических нагрузок.

5. Анализ характера ответных реакций человека на дыхательные пробы следует проводить с учетом антропометрических особенностей и исходной активности вегетативной нервной системы индивида.

Теоретическая и практическая значимость

Диссертационная работа выполнена в русле современной интегративной физиологии человека. Комплексное исследование морфофункциональных характеристик основных висцеральных систем человека имеет теоретическое и практическое значение для решения проблемы индивидуальной биологической устойчивости к действию экстремальных факторов.

Теоретическую и практическую значимость имеют представления о роли пространственного положения позвоночника в формировании вегетативного гомеостаза, в регуляции функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем и компенсаторно-приспособительных механизмах. Учет геометрии позвоночника и гравитационных влияний позволяет правильно трактовать реакции организма на проведение диагностических мероприятий.

Разработанное устройство для тракционной коррекции грудного отдела позвоночника имеет непосредственное значение для устранения ряда функциональных нарушений позвоночника, а также для нормализации вегетативного статуса организма в стрессовых ситуациях. По-

лезным является включение приемов мануальной терапии в комплексные программы реабилитации лиц, находящихся в депрессивных состояниях вследствие психо-эмоциональных и физических воздействий.

Применение новых методов и способов оценки вегетативного гомеостаза, функционального состояния сердечно – сосудистой системы и физической работоспособности имеет большое практическое значение для определения адаптационных возможностей организма, диагностики переходных состояний, прогнозирования исходов компенсаторно-приспособительных реакций, разработки оздоровительных программ и создания мер профилактики.

Материалы диссертации включены в лекционные курсы и находят применение на занятиях по физиологии, экологии человека, психофизиологии в Астраханской государственной медицинской академии и в Астраханском государственном университете.

Апробация работы

Основные результаты исследований доложены и обсуждены на итоговых научных конференциях Астраханской государственной медицинской академии (1994 – 2004); итоговых научных конференциях Астраханского государственного университета (1992 – 2004); III Всероссийской научной конференции «Эколого-биологические проблемы волжского региона и северного прикаспия» (Астрахань, 2000); Всероссийской конференции молодых ученых Северного Кавказа по физиологии и валеологии (Ростов-на-Дону, 2000); Международной конференции, посвященной 55-летию института возрастной физиологии РАО (Москва, 2000); Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы физической культуры, спорта и туризма» (Петрозаводск, 2000); VIII и X Международной конференциях «Циклы природы и общества» (Ставрополь, 2000, 2002); XI Всероссийской и XIII Международной научно-практических конференциях по проблемам физического воспитания учащихся «Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире» (Коломна, 2001, 2003); XI и XII Международных симпозиумах «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (Москва, 2003, 2007); Всероссийской научно-практической конференции «Биоразнообразию и биоресурсы Среднего Поволжья и сопредельных территорий» (Казань, 2002); VI Международной конференции «Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря» (Астрахань, 2003); II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии» (Караганда, 2003); научно-практических конференциях с Международным участием «Современные достижения фундаментальных наук в решении актуальных проблем медицины» (Астрахань-Волгоград-Москва, 2004, 2006, 2008); II Международной научно-практической конференции «Человек и животные» (Астрахань, 2004); Всероссийской конференции с международным участием «Биологические аспекты экологии человека» (Архангельск, 2004); Международной научной конференции «Физиология развития человека» (Москва, 2004); XIX съезде физиологического об-

щества им. И.П.Павлова. (Санкт-Петербург, 2004); I Съезде физиологов СНГ «Физиология и здоровье человека» (Сочи, Дагомыс, 2005); Международной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы медицины и биологии» (Тунис, 2005); VII и VIII Международных славянских конгрессах по клинической электрофизиологии сердца «КАРДИОСТИМ» (Санкт-Петербург, 2006, 2008); Сателитном симпозиуме «Экология и здоровье» XX Съезда физиологов России (Москва, 2007); Научной международной конференции «Фундаментальные и прикладные исследования. Образование, экономика и право» (Италия, Римини, 2007); Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы кардиологии детей и взрослых - 2007» (Астрахань, 2007); V конференции молодых ученых России с международным участием «Физиологические науки и прогресс клинической медицины» (Москва, 2008); II съезде физиологов СНГ (Кишинэу, 2008).

Обоснование научных положений и выводов. Научные положения и выводы диссертации логически вытекают из результатов исследований. Личный вклад автора в работу заключается в теоретическом обосновании проблемы, выборе направления исследований, и непосредственном участии в выполнении экспериментов, статистической обработке материалов и написании работы.

Анализ результатов, их теоретическое обоснование, разработка концептуальных представлений об индивидуальной мере адапционных возможностей организма осуществлены непосредственно автором.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 52 работы, в том числе 11 статей в журналах, рекомендуемых ВАК для публикации материалов докторских диссертаций, монография, учебное пособие. Получен патент на изобретение.

Структура и объем диссертации

Диссертация написана по классическому типу и состоит из введения, обзора литературы, главы «материал и методы исследования», 5 глав собственных исследований, заключения, выводов и списка источников литературы. Общий объем диссертации составляет 230 страниц с 60 таблицами и 23 рисунками. Список литературы включает 376 источников, в том числе 108 иностранных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнялась на кафедре нормальной физиологии Астраханской государственной медицинской академии с 1992 по 2008 год. Клиническая часть исследований выполнена в Астраханском областном социально-реабилитационном центре «Русь».

Исследования проводились на испытуемых 17 – 23 лет. Всего под наблюдением находились 1150 человек.

В ходе работы использованы морфофункциональные, физиологические и психофизиологические методы исследования.

Физическое развитие оценивалось по антропометрическим показателям: длине и массе тела, окружности грудной клетки, массо-

ростовому индексу Кетле (Икт), индексу Пинье (ИП) (Саченко и др., 1994; Васильев, 1996; Дубровский, 1999).

Вычисление тощей (активной) массы тела производили по формулам с учетом массы тела для женщин и длины тела для мужчин (Никитюк, Чтецов, 1990; Дубровский, 1999). Предложенный нами показатель пропорциональности рассчитывался путем деления тощей массы на длину тела.

Физическое развитие оценивалось также по физиологическим показателям кровообращения и дыхания. Артериальное давление (АДс и АДд) измерялось общепринятым методом по способу Н.С.Короткова. Дыхательный объем, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха, жизненная емкость легких определялись с помощью сухого спирометра и оксиспирографа «Мета-1-25». Жизненный индекс вычислялся по формуле ЖЕЛ/масса тела кг. Полученные показатели сравнивались с должными величинами (Синяков, 1987; Дубровский, 1999; Панкова, 2005).

Адаптационные возможности организма оценивались по состоянию контуров регуляции системы кровообращения, которые выявлялись путем математического анализа кардиоинтервалов. Во II стандартном отведении проводилась запись 120 комплексов ЭКГ на электрокардиографе ЭК I Т-04, а также 5 минутная регистрация ЭКГ с помощью комплекса для анализа variability сердечного ритма «Варикард 2.51» ТОО «Рамена» (г.Рязань). Полученная информация обрабатывалась по программе ИСКИМ6 (Баевский, 1979; Баевский и др., 1984; Семенов, Баевский 1996).

Адаптационные возможности организма определялись также по интегральному показателю – адаптационному потенциалу (АП), включающему частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давление (АДс и АДд), возраст, массу и длину тела испытуемых (Баевский, Берсенева, 1997).

Вегетативный статус оценивался по влиянию симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на variability сердечного ритма (Баевский, 1979; Баевский и др., 1984). С этой целью использовались следующие показатели математической обработки ВСР: ИВР, HF, LF, VLF, LF/HF, VLF/HF.

Тип вегетативной регуляции (ваго-, нормо- и симпатотония) определяли с помощью расчетных формул по индексу Кердо (ВИ), по индексу функциональной активности симпатической нервной системы (ИФАСНС) и по минутному объему крови (МОК) (Вейн и др., 1991; Дубровский, 1999; Горбунов, 2003; Горст, Горст, 1992).

Электрическая активность кожи (ЭАК или КГР) определялась по показателю электропроводности (ЭПК), которая измерялась с помощью микроамперметра (Рябцев, 1984).

Физическая работоспособность и функциональное состояние организма оценивались по показателям PWC_{170} и МПК. PWC_{170} определялась с помощью двухступенчатой нагрузочной пробы на велоэргометре

«Medicor» (Венгрия). Тест основывается на наличии линейной взаимосвязи ЧСС и мощности выполняемой физической нагрузки (Карпман, Белоцерковский, Любина, 1969; Полуни, Горст, 2001).

Функциональное состояние организма оценивалось с помощью автоматизированной диагностической системы «АМСАТ-КОВЕРТ» (г. Москва) путем регистрации электропроводности различных отделов кожи и организма в целом.

Вариационная пульсометрия

Вариационная пульсометрия, заключающаяся в изучении законов распределения кардиоинтервалов как случайных величин, включает следующие характеристики: $MxDMn$ (вариационный размах) (мс) – разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов; Mo (мода) (мс) – наиболее часто встречающееся значение интервала R-R в исследуемом ряду; AMo (амплитуда моды) – число кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, в процентах к общему объему выборки; SI (условные единицы) – индекс напряжения регуляторных систем; $ИВР$ (условные единицы) – индекс вегетативного равновесия, отражающий баланс между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (Баевский, 1979).

Спектральный анализ variability сердечного ритма

Спектральный анализ ВСР производился с помощью программы ИСКИМ6 аппаратного комплекса «Варикард 2.51» по состоянию трех частотных диапазонов спектра волн колебательного процесса: высокочастотных (HF), низкочастотных (LF) и очень низкочастотных (VLF). Каждый частотный компонент отражает вклад различных контуров регуляции в управление вегетативными функциями. Для характеристики частотного диапазона спектра волн мы использовали показатели мощности волн в абсолютных и относительных величинах.

Показатель активности регуляторных систем

Интегральный показатель активности регуляторных систем (PARS) дает комплексную оценку variability сердечного ритма. Он вычисляется в баллах по специальному алгоритму, заложенному в программу компьютерной обработки продолжительности кардиоинтервалов. Показатель включает 5 характеристик, которым присваивается целое число по шкале от -2 до +2. Величина PARS складывается из абсолютных значений каждой характеристики. Показатель дает возможность дифференцировать различную степень напряжения регуляторных систем, что позволяет отнести обследуемого к одному из четырех функциональных состояний:

- состояние нормы или удовлетворительной адаптации (1 - 3 балла);
- состояние функционального напряжения (донозологическое состояние) (4 - 5 баллов);
- состояние перенапряжения или неудовлетворительной адаптации (преморбидное состояние) (6 - 7 баллов);

- состояние истощения регуляторных систем или срыва адаптации (8 – 10 баллов).

Моделирование функциональных состояний

Исследования проводились в условиях относительного покоя и при моделировании различных функциональных состояний. Функциональные состояния определялись действием доминирующих факторов: физическая нагрузка, гипоксия с гиперкапническим и нормокапническим компонентами, задержка дыхания, гипервентиляция, изменение положения тела в пространстве, изменение геометрии позвоночника (наклоны, изгибы, вытяжения), применение устройства для тракционной коррекции грудного отдела позвоночника, приемы мануальной терапии.

Физическая нагрузка обеспечивалась с помощью велоэргометра «Medicor» (Венгрия). Величина нагрузки дозировалась в зависимости от исходного состояния испытуемого и его физических возможностей и составляла от 50 до 200 Watt.

Моделирование гипоксии с гиперкапническим компонентом осуществлялось путем дыхания по закрытому контуру через оксиспирограф «Мета-1-25» без поглотителя углекислого газа. Состояние гипоксии с нормальным содержанием углекислого газа воспроизводилось с помощью оксиспирографа с поглотителем углекислого газа (натронная известь).

Задержка дыхания проводилась на вдохе (проба Штанге) и на выдохе (проба Генча) до отказа от выполнения пробы (Горбунов, 2003). Гипервентиляционная нагрузка осуществлялась в течении 1 минуты при максимальной частоте и глубине дыхания (Вейн и др., 1991). Ограничение продолжительности пробы было обусловлено развитием субъективных ощущений.

Ортоstaticкая и клиноstaticкая функциональные пробы выполнялись по общепринятой методике (Servit, 1948; Birkmayer, 1966). Переход из горизонтального положения в вертикальное и обратно осуществлялся активно. В исходном положении испытуемого и при изменении положения тела в пространстве проводили регистрацию физиологических параметров сердечно-сосудистой системы, записывали ЭКГ. Разгрузка грудного отдела позвоночника в вертикальном положении испытуемых достигалась с помощью сконструированного нами устройства. Тракция осуществлялась за подмышечные впадины с усилием от 20 до 30 кг в зависимости от массы тела.

Воздействие на позвоночник осуществляли с помощью устройства для коррекции грудного отдела позвоночника в горизонтальном положении в течение 10 минут. Мануальная терапия включала постизометрическую релаксацию мышц и приемы мобилизации двигательных сегментов позвоночника (Веселовский, 1991; Левит и др., 1993; Лиев, Татьянченко, 1996).

Методы математико-статистического анализа данных

Полученные результаты статистически обработаны по программе электронных таблиц EXCEL в системе WINDOWS. Использовался t - критерий Стьюдента; корреляционный анализ (Лакин, 1980; Автандилов, 1990; Реброва, 2002). Для анализа динамики физиологических показателей в ходе экспериментов применялся метод прямых разностей (Некляев, 1968). Статистическая, геометрическая и спектральная обработка кардиоинтервалограмм осуществлялась по программе ИСКИМ-6, разработанной в институте внедрения новых медицинских технологий (г.Рязань) (Семенов, Баевский, 1996).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из задач данной работы было исследование взаимосвязи между различными показателями функциональной активности организма. Было обследовано 109 человек в возрасте $20,3 \pm 0,3$ года, из них 59 девушек и 50 юношей. У всех испытуемых проводили антропометрические измерения, определяли частоту сердечных сокращений, артериальное давление, рассчитывали вегетативный индекс Кердо, систолический и минутный объем кровотока, адаптационный потенциал, который является интегральной характеристикой адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы.

В обследуемой нами группе гемодинамические показатели испытуемых находились в пределах возрастной нормы (табл. 1). Структура активности вегетативной нервной системы, исследованная по вегетативному индексу Кердо, представлена на рисунке 1.

Таблица 1

Гемодинамические показатели и индексы функциональной активности вегетативной нервной системы

| Показатели | Общие данные n=109 | Девушки n=59 | Юноши n=50 |
|------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|
| ЧСС (в мин.) | $78,3 \pm 1,1$ | $81,0 \pm 1,6$ | $75,1 \pm 1,5^*$ |
| АДс (мм рт.ст.) | $119,0 \pm 1,3$ | $115,5 \pm 1,8$ | $123,0 \pm 1,7^*$ |
| АДд (мм рт.ст.) | $78,7 \pm 1,0$ | $77,9 \pm 1,4$ | $79,7 \pm 1,4$ |
| СО (мл) | $60,7 \pm 0,9$ | $60,1 \pm 1,2$ | $61,4 \pm 1,3$ |
| МОК (мл) | 4752 ± 96 | 4865 ± 133 | 4619 ± 136 |
| ЭПК (мкА) | $66,0 \pm 3,0$ | $58,4 \pm 4,0$ | $75,1 \pm 4,3^*$ |
| ИФАСНС (усл.ед.) | $61,7 \pm 3,0$ | $54,4 \pm 3,9$ | $70,5 \pm 4,7^*$ |
| ВИ (усл.ед.) | $-2,6 \pm 1,9$ | $1,9 \pm 2,5$ | $-7,8 \pm 2,7^*$ |
| АП (усл.ед.) | $2,20 \pm 0,03$ | $2,17 \pm 0,04$ | $2,24 \pm 0,04$ |

Примечание: * - $P < 0,01$ – дано в сравнении с показателями девушек

Для дополнительной оценки вегетативного статуса испытуемых нами был предложен индекс функциональной активности вегетативной нервной системы (ИФАСНС), который рассчитывается по формуле: $\text{ИФАСНС} = \text{АДс} \times \text{ЧСС} \times \text{ЭПК} / 10000$. Коэффициент корреляции меж-

ду параметрами комплексной оценки функционального состояния симпатического отдела вегетативной нервной системы и его составными величинами имел положительные достоверные значения. Наиболее выраженной корреляция была между ИФАСНС и ЭПК ($r = 0,9$; $P < 0,01$).

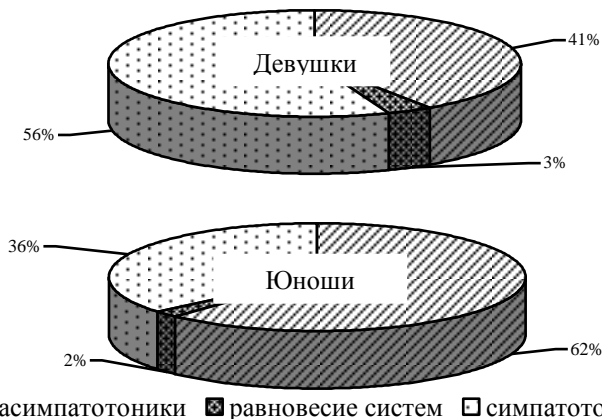


Рис. 1. Структура активности вегетативной нервной системы у девушек и юношей

С целью определения информативности индекса функциональной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы был произведен сравнительный анализ его величины со значениями других физиологических показателей организма. ИФАСНС достоверно коррелировал с вегетативным индексом Кердо и адаптационным потенциалом.

По состоянию ИФАСНС мы выделили три типа активности симпатического отдела вегетативной нервной системы среди обследованных лиц:

- низкая активность - ИФАСНС < 50 условных единиц;
- умеренная активность - ИФАСНС = $50 - 100$ условных единиц;
- высокая активность - ИФАСНС > 100 условных единиц.

На рисунке 2 представлено распределение испытуемых по типам активности симпатического отдела вегетативной нервной системы на основании ИФАСНС.

Исследование состояния вегетативного статуса испытуемых при максимальной физической нагрузке, которая достигалась с помощью работы на велоэргометре, показало, что происходит значительное увеличение вегетативного индекса ($58,5 \pm 1,3$; $P < 0,001$) и индекса функциональной активности симпатической нервной системы ($104,8 \pm 20,9$; $P < 0,05$). В ходе физической работы адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы испытуемых достоверно изменялся (от

2,20±0,03 до 3,38±0,07; P<0,001) и соответствовал неудовлетворительной адаптации. Нами установлено, что на высоте физической нагрузки в значительной степени возрастают корреляционные взаимосвязи между ИФАСНС и ВИ (от r = +0,27 до r = +0,49), а также между ИФАСНС и АП (от r = +0,29 до r = +0,73).

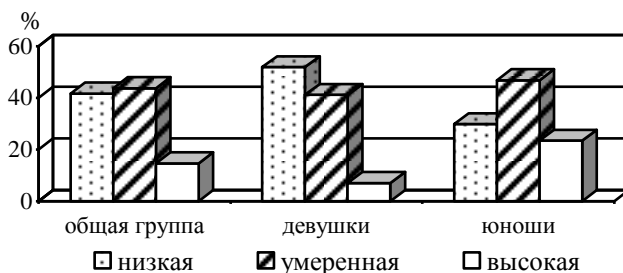


Рис. 2. Распространение типов активности симпатического отдела вегетативной нервной системы по показателям ИФАСНС

Полученные данные позволяют сделать заключение, что максимальная физическая нагрузка приводит к закономерному снижению функциональных резервов организма. При этом на высоте физической нагрузки усиливается взаимосвязь между изучаемыми интегральными показателями.

Параллельно с исследованием гемодинамики у испытуемых проводили регистрацию и анализ ЭКГ с помощью аппаратного комплекса «Варикард 2.51» и программы ИСКИМ-6 (табл.2).

Показатели variability сердечного ритма сравнивались с нормативными значениями, полученными другими авторами (Земцовский и др., 2004). В группе обследованных астраханских студентов обнаружено увеличение индекса напряжения регуляторных систем (SI), мощности спектра волновых структур (TP), доли высокочастотного компонента спектра (HFP), показателя активности регуляторных систем (PARS). В то же время зарегистрировано снижение доли сверхнизкочастотного компонента variability сердечного ритма (VLFP) и индекса централизации регуляторных систем (IC).

Показатель активности регуляторных систем организма позволил выделить несколько уровней функциональных состояний. Распределение испытуемых по уровням активности регуляторных систем и состоянию резервных возможностей организма в условиях относительно функционального покоя представлены на рисунке 3.

В соответствии с активностью вегетативной нервной системы, определенной у испытуемых по состоянию вегетативного индекса Кердо, были проанализированы показатели variability сердечного ритма у симпатотоников и ваготоников (табл. 3). Нами установлено, что

только показатели наиболее часто встречающегося кардиоинтервала (моды), амплитуды моды, индекса напряжения регуляторных механизмов, их централизации, интегрального показателя активности регуляторных систем, соотношения низкочастотного и высокочастотного компонентов волнового спектра достоверно отличались в группах ваготоников и симпатотоников.

Таблица 2

Результаты анализа ВСР испытуемых с учетом половых различий

| Показатели | Общие данные n=109 | Девушки n=59 | Юноши n=50 |
|------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| MxDMn (мс) | 290,4±12,6 | 277,4±15,2 | 305,6±20,8 |
| SKO (мс) | 58,8±3,0 | 54,9±3,2 | 63,5±5,2 |
| Mo (мс) | 781,5±12,3 | 754,8±16,5 | 813,0±17,6* |
| AMo (%) | 44,2±2,3 | 45,9±3,4 | 42,1±2,9 |
| Si (усл. ед.) | 168,6±26,5 | 188,9±44,1 | 144,6±25,2 |
| TP (мс ²) | 3938±589 | 3353±377 | 4629±1203 |
| HF (мс ²) | 1667,0±297,6 | 1364,2±191,8 | 2024,3±607,7 |
| LF (мс ²) | 1321,0±193,0 | 1069,3±125,1 | 1421,9±394,7 |
| VLF (мс ²) | 542,1±71,0 | 495,5±67,2 | 597,2±133,5 |
| HFP (%) | 42,4±1,6 | 43,2±2,1 | 41,5±2,5 |
| LFP (%) | 38,5±1,2 | 37,9±1,4 | 39,2±1,9 |
| VLFP (%) | 19,1±1,1 | 18,9±1,5 | 19,4±1,6 |
| LF/HF | 1,18±0,08 | 1,12±0,1 | 1,26±0,13 |
| VLF/HF | 0,65±0,07 | 0,62±0,08 | 0,68±0,11 |
| IC (усл. ед.) | 1,83±0,13 | 1,73±0,17 | 1,94±0,21 |
| PARS (баллы) | 4,13±0,16 | 4,24±0,21 | 4,00±0,26 |

Примечание: * - P<0,02 – дано в сравнении с показателями девушек

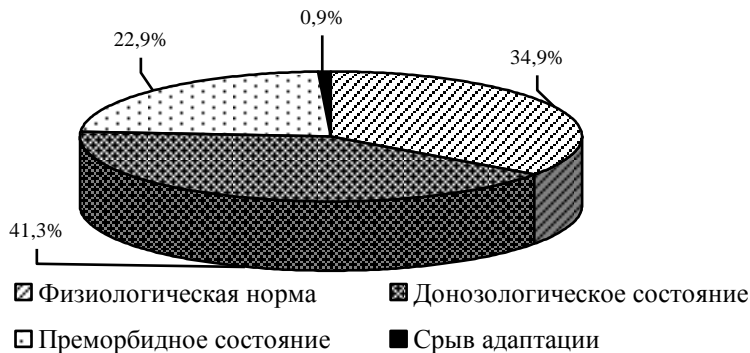


Рис. 3. Структура функциональных состояний испытуемых по уровню активности регуляторных систем

Таблица 3

Влияние вегетативного статуса на вариабельность сердечного ритма у испытуемых

| Показатели | Ваготоники (n=55) | Симпатотоники (n=51) |
|-----------------------|-------------------|----------------------|
| ЧСС (в мин.) | 70,9±1,1 | 86,2±1,4*** |
| MxDMn (мс) | 309,7±14,8 | 265,5±19,8 |
| SKO (усл. ед.) | 63,3±3,5 | 53,5±4,9 |
| Mo (мс) | 861,5±14,7 | 698,6±12,8*** |
| AMo (%) | 37,6±2,2 | 51,3±4,0** |
| SI (усл. ед.) | 100,0±13,6 | 244,2±52,9** |
| TP (мс ²) | 3688±330 | 4137±1193 |
| HFP (%) | 45,2±2,1 | 39,7±2,5 |
| LFP (%) | 36,4±1,5 | 40,5±1,8 |
| VLFP (%) | 18,4±1,6 | 19,8±1,5 |
| LF/HF | 0,97±0,08 | 1,40±0,14** |
| VLF/HF | 0,57±0,1 | 0,72±0,09 |
| IC (усл. ед.) | 1,54±0,15 | 2,12±0,22* |
| PARS (усл. ед.) | 3,65±0,21 | 4,63±0,25** |

Примечание: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ – дано в сравнении с показателями ваготоников

Далее была определена корреляционная зависимость между основными показателями вариабельности сердечного ритма, с одной стороны, и вегетативным индексом, индексом функциональной активности симпатической нервной системы, адаптационным потенциалом, с другой (табл. 4). Корреляционный анализ позволил выявить закономерность, в соответствии с которой при увеличении напряжения механизмов адаптации и усилении симпатических влияний уменьшается вариабельность кардиоинтервалов, возрастает роль центральных звеньев регуляции, снижается влияние дыхательной периодики.

Таким образом, по нашим данным среди показателей математического анализа вариабельности сердечного ритма наибольшую значимость в оценке вегетативного статуса имеют частота сердечных сокращений, наиболее часто встречающийся кардиоинтервал (мода), амплитуда моды, напряжение регуляторных механизмов. Меньшее значение имеют вариационный размах продолжительности кардиоинтервалов, среднее квадратичное отклонение, степень централизации регуляторных механизмов, доля высокочастотных волн в спектре колебательного процесса, интегральный показатель активности регуляторных систем, соотношение средних значений низкочастотного и высокочастотного компонентов волнового спектра.

В ходе нашей работы на 17 испытуемых с помощью программно-аппаратного комплекса АМСАТ исследовались показатели функционального состояния различных органов и систем. Выявлено, что показатели функциональной активности сердечно-сосудистой, бронхолегочной и периферической нервной систем, а также позвоночника и

крупных суставов конечностей формируют достоверные корреляционные связи между собой и со всеми другими органами и системами ($r > 0,9$; $P < 0,05$). Это позволяет сделать заключение, что именно эти системы отражают морфофункциональное единство целостного организма. Представленные результаты обосновывают целесообразность при исследовании функционального состояния организма акцентировать внимание на изучении деятельности кардио-респираторной системы и опорно-двигательного аппарата.

Таблица 4

Корреляционные связи между индексами функциональной активности и показателями ВСР (n = 109)

| Показатели | ВИ | АП | ИФАСНС |
|------------|----------|----------|----------|
| ЧСС | 0,71*** | 0,48*** | 0,47*** |
| MxDMn | -0,27*** | -0,29*** | -0,1 |
| SKO | -0,27*** | -0,28*** | -0,1 |
| Mo | -0,71*** | -0,43*** | -0,43*** |
| AMo | 0,36*** | 0,41*** | 0,27*** |
| SI | 0,29*** | 0,36*** | 0,21* |
| TP | -0,06 | -0,12 | 0,09 |
| HFP | -0,2* | -0,21* | -0,22* |
| LFP | 0,21* | 0,07 | 0,21 |
| VLFP | 0,08 | 0,24 | 0,11 |
| LF/HF | 0,26*** | 0,1 | 0,22* |
| VLF/HF | 0,15 | 0,2* | 0,11 |
| IC | 0,23** | 0,16 | 0,19* |
| PARS | 0,25*** | 0,04 | 0,23** |

Примечание: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,02$; *** - $P < 0,01$

Одной из задач настоящей работы было выявление золотых пропорций продолжительности интервалов ЭКГ в условиях функционального покоя и при максимальной физической нагрузке. В данное исследование входили расчеты соотношений длительности интервалов QT и TQ и продолжительности кардиоциклов. Исследования были выполнены на 34 испытуемых, среди которых были 13 девушек и 21 юноша. Средний возраст испытуемых составил $20,3 \pm 1,0$ года.

Нами выявлено, что соотношение интервалов QT и TQ в условиях функционального покоя приближалось к числу Фибоначчи (0,618) при частоте сердечных сокращений у девушек в интервале от $57,1 \pm 0,04$ до $58,2 \pm 0,04$ в минуту, у юношей от $63,2 \pm 0,01$ до $63,9 \pm 0,02$. При максимальной физической нагрузке пропорция QT/TQ приобретала значение, которое приближалось ко второму числу ряда Фибоначчи (1,618). Она достигается при ЧСС для девушек в диапазоне от $146,3 \pm 0,1$ до $150,1 \pm 0,05$ в минуту, для юношей от $163,0 \pm 0,2$ до $167,6 \pm 0,3$.

Поиск золотой пропорции между показателями систолического и диастолического артериального давления как в условиях относительного функционального покоя, так и при максимально допустимой физической нагрузке производился на 84 испытуемых. Среди обследованных было 20 девушек и 64 юноши. Средний возраст испытуемых составил $20,7 \pm 0,6$ года.

Физическая работа выполнялась на велоэргометре до достижения пульса испытуемыми 170 – 175 ударов в минуту. Соотношение АДс и АДд в условиях относительного функционального покоя составило $1,64 \pm 0,02$, а на высоте максимальной физической нагрузки приобрело значение $2,65 \pm 0,1$. Полученные числовые соотношения близки к золотой пропорции (1,618 и 2,618) и отличаются от нее лишь на 1,3% и 1,2% соответственно.

Далее мы разделили испытуемых на две группы. В первую (19,0%) вошли испытуемые, у которых после физической нагрузки адаптационный показатель не превысил 3,6 условных единиц, что свидетельствовало о неудовлетворительной адаптации. Во вторую группу (81,0%) вошли испытуемые, у которых в ходе выполняемой работы возник срыв адаптации ($АП > 3,6$). Соотношение АДс/АДд в первой группе было равным $2,37 \pm 0,07$, во второй группе – $2,71 \pm 0,1$ ($P < 0,02$).

Для выявления золотых пропорций дыхательной системы мы выбрали показатели резервных объемов легких. Исследование было выполнено на 25 юношах. Возраст испытуемых составил $19,7 \pm 0,4$ года. Нами установлено, что в условиях относительного функционального покоя соотношение резервных объемов выдоха и вдоха приобретало значение $0,71 \pm 0,02$; при максимально допустимой физической нагрузке оно составило $1,67 \pm 0,18$. Полученные пропорции по своим значениям приближаются к числовому ряду Фибоначчи.

Таким образом, в диапазоне функциональных состояний от относительного физиологического покоя с характеристиками удовлетворительной адаптации до максимально допустимого физического напряжения на границе срыва адаптации соотношения продолжительности электрической систолы и диастолы, систолического и диастолического артериального давления, резервных объемов выдоха и вдоха находятся в интервале двух величин «золотой пропорции». Это позволяет использовать данные соотношения в качестве значимого критерия при оценке эффективности компенсаторно-приспособительных реакций на физическую нагрузку.

Для выявления взаимосвязи антропометрических показателей с функциональными показателями кардио-респираторной системы и адаптационными возможностями организма нами было обследовано 136 человек (64 девушки и 72 юноши) в возрасте от 17 до 24 лет. Между всеми изучаемыми параметрами был проведен корреляционный анализ, результаты которого отражены на рисунке 4. Все корреляционные связи, показанные на схеме являются достоверными ($P < 0,05 - 0,001$). Наибольшее количество корреляционных связей выявлено у

окружности грудной клетки, длины и массы тела. Их можно считать генеральными факторами в общей картине корреляционных связей.

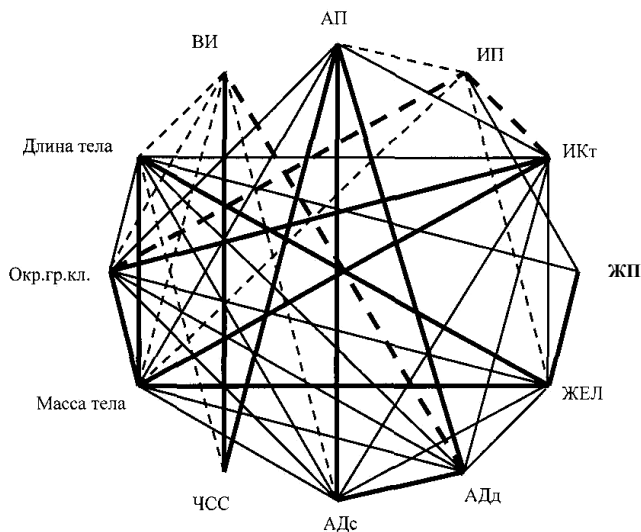


Рис. 4. Положительные — и отрицательные ---- корреляционные взаимосвязи антропометрических и функциональных показателей.

Нами был проведен корреляционный анализ между дыхательным объемом и некоторыми морфофункциональными показателями, в ходе которого установлена прямая зависимость между ДО и ЖЕЛ ($r = 0,38$, $P < 0,05$), ДО и длиной тела ($r = 0,44$, $P < 0,05$), ДО и массой тела ($r = 0,39$, $P < 0,05$). Также показано, что ЖЕЛ в большей степени зависит от длины и массы тела и в меньшей от окружности грудной клетки. Такая закономерность обусловлена тем, что среди обследованных преобладает астенический тип телосложения (Горст, 2006).

Проведенный анализ выявил прямую корреляционную связь между длиной тела с одной стороны, систолическим ($r = 0,34$, $P < 0,01$) и диастолическим ($r = 0,26$, $P < 0,01$) артериальным давлением, с другой. Очевидно, большая длина тела создает дополнительную гравитационную нагрузку на гемодинамику, увеличивает общую протяженность кровеносного русла, что приводит к необходимому повышению системного артериального давления для преодоления дополнительного сопротивления кровотоку.

В работе нами проводилось изучение параллелей между антропометрическими показателями, индексами пропорциональности и компонентами массы тела, с одной стороны, и состоянием гемодинамики,

работоспособностью, потребностью в кислороде, с другой. Исследование проводилось в условиях относительного функционального покоя и при максимальных физических нагрузках. Для решения поставленной задачи было обследовано 323 человека в возрасте $19,1 \pm 0,2$ года, из них 114 девушек и 209 юношей. Определялись масса и длина тела, пропорции тела (массо-ростовой показатель - индекс Кетле), часть массы тела человека, лишенная жировых отложений (тощая масса). Кроме этого, мы сочли целесообразным вычислить соотношение тощей массы к длине тела (индекс пропорциональности). Во-первых, тощая масса и длина тела имеют сильные корреляционные связи ($r = 0,8$; $P < 0,001$). Во-вторых, этот индекс позволяет оценить величину активных тканей, приходящихся на единицу длины тела. Результаты антропометрических исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5

Антропометрические показатели испытуемых

| Показатели | Общие данные (n=323) | Девушки (n=114) | Юноши (n=209) |
|-------------------------|----------------------|------------------|-------------------|
| Длина тела (см) | $172,1 \pm 0,5$ | $165,4 \pm 0,6$ | $176,2 \pm 0,5^*$ |
| Масса тела (кг) | $63,5 \pm 0,6$ | $54,9 \pm 0,6$ | $68,2 \pm 0,7^*$ |
| Тощая масса (кг) | $55,9 \pm 0,8$ | $39,7 \pm 0,2$ | $62,5 \pm 0,3^*$ |
| Жировой компонент (%) | $14,4 \pm 0,8$ | $27,2 \pm 0,4$ | $6,6 \pm 0,9^*$ |
| Индекс Кетле (усл. ед.) | $365,7 \pm 3,1$ | $332,3 \pm 3,4$ | $385,6 \pm 3,8^*$ |
| ТМ /длина тела (кг/см) | $0,31 \pm 0,003$ | $0,24 \pm 0,001$ | $0,35 \pm 0,001$ |

Примечание: * - $P < 0,001$ – дано в сравнении с показателями девушек

Далее мы провели корреляционный анализ между показателями тощей массы и индексом Кетле, а также между показателями тощей массы в абсолютных величинах и процентным содержанием жирового компонента (%Ж), индексом Кетле и процентным содержанием жирового компонента (табл. 6). Полученные результаты позволяют утверждать, что увеличение массо-ростового показателя у молодых людей происходит в основном за счет тощей массы тела.

Таблица 6

Корреляционные связи между антропометрическими показателями (n=301)

| Исследуемые соотношения | Корреляционный показатель |
|-------------------------|---------------------------|
| ИКТ - ТМ | $0,56$; $P < 0,01$ |
| ИКТ - %Ж | $0,22$; $P < 0,05$ |
| ТМ - %Ж | $- 0,66$; $P < 0,01$ |

Физическая работоспособность и функциональные резервы организма оценивались по показателю PWC_{170} и показателю МПК. Абсо-

лютные и относительные величины физической работоспособности и МПК представлены в таблице 7.

Таблица 7

Показатели физической работоспособности испытуемых

| Показатели | Общие данные (n=167) | Девушки (n=73) | Юноши (n=94) |
|---------------------------------|----------------------|----------------|--------------|
| PWC ₁₇₀ абс. (Вт) | 156,2±10,0 | 98,6±8,6 | 204,2±12,0** |
| PWC ₁₇₀ отн. (Вт/кг) | 2,46±0,08 | 1,96±0,1 | 2,86±0,1** |
| МПК абс. (мл/мин) | 2834±102 | 2242±88 | 3327±123** |
| МПК отн. (мл/мин/кг) | 45,8±0,8 | 43,0±1,0 | 48,0±1,1* |

Примечание: * - P<0,001; ** - P<0,001 – дано в сравнении с показателями девушек

Нами выявлены наиболее тесные корреляционные связи между тощей массой, показателем пропорциональности, с одной стороны, и показателями работоспособности и максимальным потреблением кислорода, с другой (табл. 8). Это вполне закономерно, т.к. тощая масса является наиболее активной частью тела, которая обеспечивает выполнение физической работы и интенсивно потребляет кислород. Отсутствие корреляции между ИКт и относительным МПК также является ожидаемым результатом наших исследований. Во-первых, у молодых людей массо-ростовой индекс обладает значительной стабильностью. Подтверждением тому является высокая корреляционная зависимость между массой и длиной тела ($r = 0,64$; P<0,001). Во-вторых, на формирование ИКт оказывают влияние как ткани, активно потребляющие кислород (тощая масса), так и пассивные ткани (жиротложения).

Таблица 8

Корреляционные связи между компонентами массы тела, индексами пропорциональности, показателями работоспособности и МПК (n=143)

| Показатели | ТМ | ИКт | ТМ/длина тела | %Ж |
|----------------------------------|-------|-------|---------------|--------|
| PWC ₁₇₀ абсолютная | 0,63* | 0,50* | 0,62* | -0,39* |
| PWC ₁₇₀ относительная | 0,48* | 0,26* | 0,49* | -0,37* |
| МПК абсолютное | 0,63* | 0,49* | 0,62* | -0,40* |
| МПК относительное | 0,27* | 0,00 | 0,31* | -0,33* |

Примечание: * - P<0,01

На следующем этапе работы были исследованы реакции испытуемых на максимальную физическую нагрузку с учетом их морфологической конституции. Перед началом исследования все испытуемые находились в условиях относительного функционального покоя. У испытуемых регистрировали артериальное давление, ЧСС, электропроводность кожи в межладонных отведениях, рассчитывали систолический

объем крови, минутный объем крови, ВИ, АП, ИФАСНС. Проводили анализ variability сердечного ритма с помощью аппаратного комплекса «Варикард 2.51» и программы ИСКИМ-6. Затем часть испытуемых в течение 5 минут на велоэргометре выполняла физическую работу с максимальной нагрузкой, которая с учетом индивидуальных особенностей составила от 50 до 200 Вт. По завершению физической работы повторно проводили регистрацию изучаемых параметров. Результаты исследования представлены в таблицах 9 и 10.

Значительные изменения на высоте физической нагрузки произошли с показателями variability сердечного ритма. Резко уменьшилась суммарная мощность спектра ВСР и мощность отдельных частотных компонентов. Сократилась разница между максимальным и минимальным кардиоинтервалами. Увеличилось напряжение регуляторных механизмов, произошло усиление влияния центрального контура регуляции на ритм сердца, наблюдалось увеличение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Изменение показателя активности регуляторных систем (PARS) при максимальной физической нагрузке свидетельствовало о переходе организма от состояния нормы (удовлетворительная адаптация) к состоянию перенапряжения (неудовлетворительная адаптация) или истощения регуляторных систем (срыв адаптации) (рис. 5).

Полученные результаты свидетельствуют о выраженном влиянии соматометрических показателей на физическую работоспособность в условиях максимальной мышечной нагрузки. Показатель активной (тощей) массы тела и, предложенный нами, индекс пропорциональности (тощая масса/длина тела) имеют диагностическое и прогностическое значение для оценки адаптационных возможностей организма в условиях максимальной физической нагрузки.

Изучение состояния регуляторных систем при задержке дыхания проведено на 48 испытуемых в возрасте $19,2 \pm 0,7$ года. Среди обследованных было 16 девушек и 32 юноши. Задержка дыхания производилась как на вдохе (проба Штанге), так и на выдохе (проба Генча). Нами выявлена прямая корреляционная связь между продолжительностью пробы Штанге и систолическим артериальным давлением ($r = 0,36$; $P < 0,01$).

Спектральный анализ ВСР у испытуемых при задержке дыхания свидетельствовал об уменьшении доли высокочастотной части спектра, которая связана с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Известно, что через блуждающий нерв реализуется влияние дыхательной периодики на ритм сердца. Прекращение импульсной активности дыхательного центра при задержке дыхания минимизирует механизм обратной связи автономного контура регуляции сердечного ритма.

Далее был проведен корреляционный анализ между показателями телосложения и гемодинамики в покое и после физической нагрузки. Было показано, что в условиях относительного функционального покоя

Таблица 9

Гемодинамические показатели и функциональные индексы у студентов до и после максимальной физической нагрузки

| Показатели | Исходные данные | | | После физической нагрузки | | |
|------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | Общие данные n=186 | Девушки n=54 | Юноши n=132 | Общие дан- ные n=87 | Девушки n=16 | Юноши n=71 |
| ЧСС (в минуту) | 76,6±0,9 | 77,8±1,5 | 76,1±1,1 | 167,1±1,0 ^{ooo} | 155,0±2,4 ^{ooo} | 169,8±0,8 ^{**ooo} |
| АДс (мм рт.ст.) | 118,4±0,9 | 111,8±1,8 | 121,1±0,9 ^{**} | 156,4±2,9 ^{ooo} | 120,0±2,2 ^{oo} | 164±2,7 ^{**ooo} |
| АДд (мм рт.ст.) | 72,6±0,7 | 71,3±1,5 | 73,1±0,8 | 66,3±1,1 ^{ooo} | 63,6±2,7 ^o | 66,9±1,2 ^{ooo} |
| СО (мл) | 66,5±1,0 | 63,9±2,1 | 67,5±1,1 | 92,7±1,8 ^{ooo} | 74,9±3,5 ^{ooo} | 96,7±1,8 ^{**ooo} |
| МОК (мл) | 5105±92 | 5005±184 | 5145±105 | 15573±364 ^{ooo} | 11645±619 ^{ooo} | 16457±346 ^{**ooo} |
| ВИ (усл.ед.) | -0,8±2,0 | 1,2±3,5 | -1,6±2,5 | 60,2±0,7 ^{ooo} | 58,8±1,9 ^{ooo} | 60,5±0,8 ^{ooo} |
| АП (усл.ед.) | 2,14±0,02 | 2,04±0,04 | 2,18±0,02 [*] | 3,70±0,05 ^{ooo} | 3,25±0,1 ^{ooo} | 3,80±0,05 ^{**ooo} |
| ЭПК (мКА) | 71,6±0,7 | 71,3±1,9 | 73,1±0,8 | 76,0±8,4 | 73,3±9,7 | 79,2±15,5 |
| ИФАСНС (усл.ед.) | 64,2±3,6 | 47,2±3,0 | 75,0±5,2 ^{**} | 104,9±20,9 | 92,3±20,5 | 120,0±40,7 |

Примечание: * - P<0,0;1 ** - P<0,001 – дано в сравнении с показателями девушек
 °- P<0,02; °°- P<0,01; °oo - P<0,001 – дано в сравнении с исходными данными

Таблица 10

Показатели ВСП в покое и при максимальной физической нагрузке (n= 27)

| Исследуемые показатели | Покой | Максимальная физическая нагрузка |
|------------------------|--------------|----------------------------------|
| ЧСС (в мин.) | 76,8±1,8 | 163,8±1,0** |
| МхDMп (мс) | 252,4±13,2 | 32,4±2,3** |
| SKO (мс) | 48,5±2,6 | 7,4±0,6** |
| Mo (мс) | 792,2±19,2 | 364,8±2,8** |
| AMo (%) | 49,2±3,4 | 36,5±0,7** |
| SI (усл. ед.) | 184,2±34,7 | 21485±5574** |
| TP (мс ²) | 2350±223 | 10,9±1,2** |
| HF (мс ²) | 1141,4±383,0 | 2,1±0,4* |
| LF (мс ²) | 893,6±211,6 | 4,0±0,5** |
| VLF (мс ²) | 355,4±77,9 | 4,4±0,8** |
| ULF (мс ²) | 336,0±76,7 | 0,36±0,11** |
| HFP (%) | 45,0±2,4 | 23,7±4,1** |
| LFP (%) | 38,6±1,7 | 39,0±3,3 |
| VLP (%) | 16,4±1,4 | 37,3±4,3** |
| LF/HF | 1,07±0,11 | 3,17±0,55** |
| VLF/HF | 0,48±0,07 | 3,72±0,76** |
| IC (усл. ед.) | 1,55±0,17 | 6,9±1,2** |
| PARS (усл. ед.) | 3,78±0,27 | 7,8±0,2** |

Примечание: * - P<0,01, ** - P<0,001 - дано в сравнении с исходным состоянием

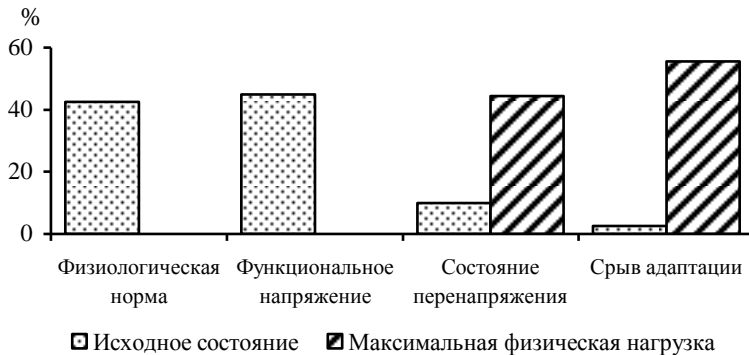


Рис. 5. Структура функциональных состояний испытуемых по показателю активности регуляторных систем в условиях покоя и при максимальной физической нагрузке

корреляционные связи между изучаемыми показателями отсутствуют или слабо выражены. На высоте физической нагрузки количество достоверных взаимосвязей возросло, корреляции стали более выраженными. При этом наиболее сильная корреляционная взаимосвязь выявлена при сопоставлении гемодинамических показателей и адаптационного потенциала с тощей массой, а также с отношением тощей массы к длине тела.

Время задержки дыхания и ЖЕЛ отражают адаптационные возможности организма. Данные показатели коррелируют с длиной тела, что показывает значимость последней в формировании компенсаторно-приспособительных реакций.

Для изучения реакции кардио-респираторной системы и определения вегетативного статуса при выполнении пробы на гипервентиляцию нами было обследовано 29 физически здоровых лиц в возрасте $19,2 \pm 0,5$ года. Среди обследованных было 17 девушек и 12 юношей. Частота дыхания при гипервентиляции равнялась $49,9 \pm 2,8$ в минуту, глубина дыхания 1277 ± 94 мл. За время выполнения пробы через легкие прошло 58948 ± 2933 мл воздуха. Нами установлено, что МОД у юношей и девушек возрастал примерно в одинаковой степени. Однако у юношей это происходило в большей мере за счет ЧД, а у девушек за счет ДО. Среди функциональных показателей сердечно-сосудистой системы выявлены существенные изменения ЧСС у юношей. После проведения гипервентиляции произошло достоверное снижение адаптационных возможностей организма. У юношей возникло напряжение механизмов адаптации, отмечена тенденция к увеличению влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Оценка ритмообразовательной функции сердца и состояния регуляторных систем организма при гипоксии в условиях гиперкапнии была проведена на 35 испытуемых в возрасте $18,3 \pm 0,2$ года. Среди обследованных было 25 юношей и 10 девушек. Результаты исследования представлены в таблице 11.

В исходном состоянии у 45,7% обследованных ($n=16$) отмечено преобладание активности парасимпатического отдела, у 54,3% ($n=19$) - симпатического отдела вегетативной нервной системы. Нами выявлено, что у симпатотоников при выполнении дыхательной пробы происходят более выраженные изменения тех показателей, которые отражают активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (систолическое артериальное давление, электропроводность кожи, амплитуда моды, индекс вегетативного равновесия).

Далее мы провели анализ реакции организма на гипоксическое-нормокапническое состояние. Исследование проведено на 15 добровольцах из общего числа обследованных (табл. 12). Выявлено, что гипоксическое-нормокапническое состояние вызывает изменение большего количества изучаемых параметров, по сравнению с гипоксическим-гиперкапническим.

Таблица 11

Гемодинамические показатели и результаты анализа ВСР при дыхании через оксиспирограф без поглотителя CO₂ (n=35)

| Изучаемые показатели | Исходное состояние | Гипоксическое, гиперкапническое состояние |
|----------------------|--------------------|-------------------------------------------|
| ЧСС (в мин.) | 74,8±2,1 | 74,4±2,5 |
| АДс (мм рт.ст.) | 127,3±2,5 | 136,0±3,4* |
| АДд (мм рт.ст.) | 72,6±2,3 | 74,9±2,9 |
| СО (мл) | 78,2±2,8 | 80,7±3,3 |
| МОК (мл) | 5835±278 | 5977±295 |
| АП (усл. ед.) | 2,09±0,02 | 2,22±0,03** |
| ВИ (усл. ед.) | 0,5±3,8 | -5,6±6,6 |
| МхDMп (мс) | 357±26 | 366±32 |
| Мо (мс) | 826±26 | 848±26 |
| АМо (%) | 15,8±1,1 | 16,4±1,3 |
| ИВР (усл. ед.) | 56,6±6,6 | 52,6±6,5 |
| SI (усл. ед.) | 38,0±5,2 | 36,2±5,5 |
| R-R (мс) | 824±23 | 838±29 |

Примечание: * - P<0,05, ** - P<0,01 - дано в сравнении с исходным состоянием (метод прямых разностей)

Нами исследовались реакции организма на однократный сеанс дыхания с использованием индивидуального дыхательного тренажера Фролова. Было обследовано 30 человек (17 юношей и 13 девушек). Возраст испытуемых составил 19,4±0,4 года. Перед сеансом у испытуемых измеряли артериальное давление, частоту сердечных сокращений, регистрировали ЭКГ во II стандартном отведении. Далее в течение 5 минут выполняли дыхание с использованием тренажера Фролова и после завершения сеанса повторяли все измерения. Результаты исследования представлены в таблице 13.

В исходном состоянии испытуемые имели разный уровень активности вегетативной нервной системы, который определялся по показателям вегетативного индекса Кердо. Преобладание тонуса парасимпатического отдела выявлено у 60% испытуемых, преобладание тонуса симпатического отдела у 40% обследованных. В ходе работы мы проанализировали и сопоставили реакции парасимпатотоников и симпатотоников на сеанс дыхания с использованием тренажера Фролова. Особенностью реагирования студентов с разной степенью исходной активности вегетативной нервной системы является то, что после сеанса дыхания с использованием тренажера практически полностью исчезают различия между гемодинамическими показателями парасимпатотоников и симпатотоников. Устанавливается баланс отделов вегетативной нервной системы.

Таблица 12

**Гемодинамические показатели и результаты анализа ВСР
испытуемых при дыхании через оксиспирограф с поглотителем
СО₂ (n=15)**

| Исследуемые показатели | Исходное состояние | Гипоксическое-нормокапническое состояние |
|------------------------|--------------------|------------------------------------------|
| ЧСС (в мин.) | 71,6±2,9 | 73,7±2,8 |
| АДс (мм рт.ст.) | 123,7±2,4 | 124,0±3,9 |
| АДд (мм рт.ст.) | 77,3±1,5 | 74,7±1,7* |
| СО (мл) | 70,4±2,4 | 73,8±3,1 |
| МОК (мл) | 5002±214 | 5394±244* |
| АП (усл. ед.) | 2,16±0,03 | 2,17±0,05 |
| ВИ (усл. ед.) | -10,5±4,9 | -3,4±4,5* |
| МхDMп (мс) | 320±30 | 320±50 |
| Мо (мс) | 870±40 | 820±30* |
| АМо (%) | 21,5±1,9 | 21,9±2,2 |
| ИВР (усл. ед.) | 87,3±18,5 | 83,1±11,1 |
| SI (усл. ед.) | 56,3±15,0 | 54,0±8,3 |
| R-R (мс) | 860±30 | 830±30 |

Примечание: * - P<0,05- дано в сравнении с исходным состоянием (метод прямых разностей)

Таблица 13

**Гемодинамические показатели и результаты анализа ВСР
испытуемых при дыхании через тренажер Фролова (n=30)**

| Исследуемые показатели | Исходное состояние | После дыхания через тренажер Фролова |
|------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| ЧСС (в мин.) | 75,2±2,0 | 81,6±1,8*** |
| АДс (мм рт.ст.) | 118,7±2,0 | 125,0±2,4** |
| АДд (мм рт.ст.) | 79,2±2,1 | 80,0±1,4 |
| СО (мл) | 60,6±1,9 | 62,9±1,5* |
| МОК (мл) | 4590±216 | 5120±163** |
| АП (усл. ед.) | 2,14±0,05 | 2,30±0,05*** |
| ВИ (усл. ед.) | -8,1±4,8 | 0,9±2,8* |
| МхDMп (мс) | 371±23 | 405±30 |
| Мо (мс) | 885±24 | 887±24 |
| АМо (%) | 20,7±1,8 | 21,6±1,3 |
| ИВР (усл. ед.) | 58,8±9,7 | 54,4±7,3 |
| SI (усл. ед.) | 35,4±6,4 | 35,3±5,9 |
| R-R (мс) | 885±25 | 874±20 |

Примечание: * - P<0,05, ** - P<0,01, *** - P<0,001 - дано в сравнении с исходным состоянием (метод прямых разностей)

В работе были рассмотрены реакции организма на изгибы позвоночника в правую и левую стороны при горизонтальном положении испытуемых. Исследования выполнены на 40 испытуемых. Среди них - 19 юношей и 21 девушка. Средний возраст составил $19,0 \pm 1,0$ лет. В процессе исследования испытуемых переводили в горизонтальное положение и через 10 минут измеряли артериальное давление, частоту сердечных сокращений, электропроводность кожи, регистрировали ЭКГ с помощью аппаратного комплекса «Варикард 2.51».

Далее испытуемые сгибали позвоночник на $30 - 40^\circ$ сначала в правую сторону, а затем в левую. В каждом из этих положений проводили весь комплекс перечисленных выше исследований (табл. 14 и 15).

Таблица 14

Гемодинамические показатели в горизонтальной позиции испытуемых при различных положениях позвоночника (n = 40)

| Исследуемые показатели | Без отклонения | Отклонение вправо | Отклонение влево |
|------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|
| ЧСС (в мин.) | $76,8 \pm 1,8$ | $76,3 \pm 1,8$ | $74,9 \pm 1,6^{**\wedge}$ |
| АДс (мм рт.ст.) | $110,6 \pm 1,6$ | $107,1 \pm 1,6^{**}$ | $107,2 \pm 1,7^*$ |
| АДд (мм рт.ст.) | $68,8 \pm 1,3$ | $68,6 \pm 1,5$ | $69,4 \pm 1,3$ |
| СО (мл) | $67,5 \pm 1,6$ | $66,0 \pm 1,6$ | $65,1 \pm 1,4$ |
| МОК (мл) | 5188 ± 175 | 5037 ± 171 | $4895 \pm 159^*$ |
| ВИ (усл. ед.) | $1,98 \pm 0,04$ | $1,92 \pm 0,04^*$ | $1,94 \pm 0,05^*$ |
| ВП (усл. ед.) | $8,6 \pm 2,6$ | $8,1 \pm 3,0$ | $5,3 \pm 3,1$ |
| ЭПК (мкА) | $77,7 \pm 4,3$ | $74,5 \pm 4,7$ | $76,1 \pm 5,2$ |
| ИФАСНС (усл. ед.) | $66,2 \pm 4,3$ | $61,0 \pm 4,2^{***}$ | $60,2 \pm 4,0^{**}$ |

Примечание: * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,02$, *** - $P < 0,01$ - дано в сравнении с положением без отклонения (метод прямых разностей); \wedge - $P < 0,01$ - дано в сравнении с отклонением вправо

В ходе исследования было выявлено, что наиболее выраженные изменения в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы происходят при отклонении туловища влево. Такая избирательность реакции при указанных состояниях может быть обусловлена неравномерным воздействием позвоночника и структур паравертебральной области на правые и левые преганглионарные нервные волокна симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Мы проанализировали влияние гравитационных сил на ось позвоночного столба, чтобы определить долю участия этого фактора в механизмах гемодинамических реакций. Исследование было выполнено на 31 испытуемом, среди которых были 16 девушек и 15 юношей. Возраст испытуемых составил $19,5 \pm 0,4$ года. В вертикальном положении с помощью сконструированного нами устройства испытуемым проводили вытяжение позвоночника за счет собственного веса испытуемых.

Таблица 15

Результаты анализа вариабельности кардиоинтервалов

**в горизонтальной позиции испытуемых при различных
положениях позвоночника (n = 40)**

| Исследуемые показатели | Без отклонения | Отклонение вправо | Отклонение влево |
|------------------------|----------------|-------------------|------------------|
| ЧСС (в мин.) | 76,8±1,8 | 76,3±1,8 | 74,9±1,6**^ |
| МхDMп (мс) | 252,4±13,2 | 240,6±13,1 | 244,4±10,9 |
| SKO (мс) | 48,5±2,6 | 46,5±2,6 | 47,5±2,2 |
| Mo (мс) | 792,2±19,2 | 799,7±19,8 | 814,3±18,1****^ |
| AMo (%) | 49,2±3,4 | 50,9±3,4 | 48,5±3,8 |
| Si (усл. ед.) | 184,2±34,7 | 189,±32,2 | 180,3±47,0 |
| TP (мс ²) | 2350±223 | 2355±248 | 2222±203 |
| HFP (%) | 45,0±2,4 | 42,1±2,5 | 41,4±2,7 |
| LFP (%) | 38,6±1,7 | 39,0±1,8 | 37,7±1,7 |
| VLFP (%) | 16,4±1,4 | 18,9±1,9 | 20,9±2,0** |
| LF/HF | 1,07±0,11 | 1,22±0,14 | 1,25±0,15* |
| VLFP/HF | 0,48±0,07 | 0,71±0,16 | 0,83±0,16*** |
| IC (усл. ед.) | 1,55±0,17 | 1,92±0,26* | 2,07±0,29*** |
| PARS (усл. ед.) | 3,78±0,27 | 3,68±0,25 | 3,23±0,27* |

Примечание: * - P<0,05, ** - P<0,02, *** - P<0,01 - дано в сравнении с положением без отклонения (метод прямых разностей);
^ - P<0,01 - дано в сравнении с отклонением вправо

Перед скелетным вытяжением регистрировали артериальное давление, замеряли ЭПК, в течение 5 минут с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» регистрировали ЭКГ. Затем в течение 5 минут осуществляли вытяжение позвоночника с одновременной регистрацией ЭКГ. Сразу после завершения воздействия на позвоночник повторно измеряли артериальное давление и ЭПК, рассчитывали индексы (табл. 16 и 17). В целом группа обследованных отреагировала на воздействие снижением парасимпатических и усилением симпатических влияний, увеличением степени централизации управления ритмом сердца.

Одной из задач настоящей работы являлось изучение реактивного состояния сердечно-сосудистой системы и адаптационных возможностей организма в условиях применения устройства для тракционной коррекции позвоночника. Нами было обследовано 30 человек в возрасте 19,2±0,2 года. У всех испытуемых проводили антропометрические исследования. До начала обследования регистрировали гемодинамические показатели (артериальное давление, частота сердечных сокращений), а также записывали 120 комплексов ЭКГ во II стандартном отведении. Далее в опытных группах осуществляли 10 минутный сеанс с использованием устройства в горизонтальном положении испытуемого, а затем повторяли все исследования. Представители контрольной группы подвергались обследованию до и после 10 минутного отдыха в горизонтальном положении. Гемодинамические показатели и результа-

ты анализа вариабельности сердечного ритма представлены в таблице 18.

Таблица 16

Гемодинамические показатели и характеристики ВСР при вертикальном вытяжении позвоночника (n=31)

| Исследуемые показатели | Исходное положение | В процессе вытяжения |
|------------------------|--------------------|----------------------|
| ЧСС (в мин.) | 78,2±2,2 | 83,8±2,2**** |
| АДс(мм рт.ст.) | 123,1±2,5 | 120,0±2,7 |
| АДд (мм рт.ст.) | 83,2±1,8 | 78,2±1,7*** |
| СО (мл) | 58,2±4,7 | 62,2±1,3 |
| МОК (мл) | 4579±178 | 5226±190** |
| ЭПК (мкА) | 59,2±4,6 | 49,5±5,1**** |
| МхDMп (мс) | 280,0±21,8 | 249,3±194 |
| SKO (мс) | 56,6±4,9 | 49,5±4,1* |
| Мо (мс) | 786,7±23,6 | 721,1±18,7**** |
| АМо (%) | 45,4±5,7 | 50,7±4,3 |
| SI (усл. ед.) | 205,0±79,0 | 233,4±43,4 |
| TP (мс ²) | 3110±473 | 2447±455 |
| HFP (%) | 39,7±3,1 | 26,7±2,4**** |
| LFP (%) | 39,9±2,4 | 49,7±2,6**** |
| VLFP (%) | 20,5±2,4 | 23,6±2,0 |
| LF/HF | 1,37±0,2 | 2,81±0,47**** |
| VLF/HF | 0,78±0,16 | 1,45±0,43* |
| IC (усл. ед.) | 2,26±0,32 | 4,27±0,82** |
| PARS (усл. ед.) | 4,2±0,3 | 4,3±0,4 |

Примечание: * - P<0,05, ** - P<0,02, *** - P<0,01, **** - P<0,001 - дано в сравнении с исходным положением (метод прямых разностей)

Таблица 17

Состояние вегетативных показателей и индексов при вертикальном вытяжении позвоночника (n=31)

| Исследуемые показатели | Исходное положение | В процессе вытяжения |
|------------------------|--------------------|----------------------|
| ВИ (усл. ед.) | -9,2±4,1 | 4,9±3,7** |
| АП (усл. ед.) | 2,29±0,06 | 2,25±0,06 |
| ИФАСНС (усл. ед.) | 57,2±4,7 | 50,1±5,9* |

Примечание: * - P<0,05, ** - P<0,001 - дано в сравнении с исходным положением (метод прямых разностей)

Под воздействием устройства произошло достоверное снижение систолического и диастолического артериального давления, уменьшился адаптационный показатель. У испытуемых установился баланс

между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.

Таблица 18

**Гемодинамические показатели и характеристики ВСР
испытуемых в условиях применения устройства для тракционной
коррекции грудного отдела позвоночника**

| Изучаемые показатели | Контрольная группа (n=10) | | Испытуемые (n=20) | |
|----------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| | Исходное состояние | После 10 мин. отдыха | Исходное состояние | После воздействия |
| ЧСС (в мин.) | 66,2±2,4 | 64,8±2,2 | 62,9±2,0 | 62,7±2,0 |
| АДс (мм рт.ст.) | 110,0±3,9 | 109,0±3,5 | 108,0±1,7 | 99,3±2,2** |
| АДд (мм рт.ст.) | 65,5±2,2 | 65,5±2,2 | 70,5±2,2 | 63,6±2,1** |
| СО (мл) | 71,6±1,3 | 71,1±1,6 | 64,9±2,0 | 68,3±1,6 |
| МОК (мл) | 4729±166 | 4589±135 | 4037±116 | 4261±143 |
| АП (усл. ед.) | 1,82±0,09 | 1,79±0,08 | 1,80±0,06 | 1,62±0,06** |
| ВИ (усл. ед.) | 0,5±3,2 | -1,4±3,0 | -13,0±3,2 | -2,7±3,9* |
| МхDMп (мс) | 340±38 | 354±23 | 304±22 | 320±21 |
| Мо (мс) | 925±31 | 925±37 | 966±32 | 972±30 |
| АМо (%) | 12,5±1,8 | 14,0±1,3 | 13,3±1,0 | 13,5±0,9 |
| ИБР (усл. ед.) | 48,7±17,6 | 40,4±5,1 | 48,8±5,6 | 47,4±5,2 |
| SI (усл. ед.) | 29,2±12,8 | 22,2±2,8 | 26,1±3,2 | 25,3±3,0 |

Примечание: * - $P < 0,01$, ** - $P < 0,001$ - дано в сравнении с исходным состоянием (метод прямых разностей)

Одной из задач настоящей работы являлось изучение вегетативного статуса человека в условиях проведения сеанса мануальной терапии, включающего приемы постизометрической релаксации мышц (ПИРМ) и элементы мобилизации позвоночных двигательных сегментов. Исследования проведены на 50 пациентах Астраханского областного социально-реабилитационного центра «Русь», которые находились на стационарном лечении с диагнозами: торакалгия, люмбагия, остеохондроз, деформирующий артроз, сколиоз 2-3 степени. Среди пациентов были 32 мужчины и 18 женщин. Средний возраст составил 45,3±3,8 года. У всех испытуемых до и после сеанса мануальной терапии подсчитывали пульс, измеряли артериальное давление и электропроводность кожи. На основании полученных данных рассчитывался вегетативный индекс Кердо (ВИ) и индекс функциональной активности симпатической нервной системы (ИФАСНС). Сеанс мануальной терапии продолжался в среднем 20 минут и включал изометрическое напряжение мышц передней и задней частей туловища, а также коррекцию двигательных сегментов позвоночника. После сеанса пациенты отмечали снижение напряжения мышц спины, увеличение подвижности позвоночника, уменьшение болевого синдрома.

Как видно из таблицы 19 в ходе мануальных манипуляций прослеживается отчетливая тенденция к устранению напряжения со стороны сердечно-сосудистой системы. После лечебного воздействия выявлен сдвиг вегетативного тонуса в сторону равновесия между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Нами также установлено достоверное снижение адаптационного потенциала на $0,34 \pm 0,08$ условных единиц ($P < 0,001$).

Таблица 19

Влияние постизометрической релаксации мышц (пирм) на гемодинамические показатели и электропроводность кожи (n=50)

| Изучаемые показатели | До ПИРМ | После ПИРМ |
|----------------------|-----------|-------------|
| ЧСС (в мин.) | 76,4±2,4 | 67,3±3,2* |
| АДс (мм рт.ст.) | 145,2±0,2 | 136,4±2,3** |
| АДд (мм рт.ст.) | 92,2±1,9 | 77,5±2,2** |
| ЭПК (мкА) | 62,5±2,1 | 54,2±2,4* |
| ВИ (усл.ед.) | -20,7±1,3 | -15,0±1,2* |
| ИФАСНС (усл.ед.) | 69,3±2,3 | 49,8±3,1* |

Примечание: * - $P < 0,02$, ** - $P < 0,001$ - дано в сравнении с исходным состоянием

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе многообразие природных и социальных адаптогенных факторов предъявляет повышенные требования организму человека. Это может приводить к рассогласованию в работе различных систем и требовать коррекционных мероприятий. Эффективность коррекционной работы возможна лишь на основе полноценной информации о механизмах регуляции физиологических функций. Поиск сведений о состоянии вегетативной нервной системы привел нас к разработке индекса функциональной активности симпатической нервной системы, который дает возможность оценивать тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы с учетом его адренэргических и холинэргических влияний на исполнительные органы.

Для оценки приспособительных возможностей организма к неблагоприятным условиям окружающей среды в настоящее время широко используется адаптационный потенциал. Традиционно считается, что этот показатель отражает функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Нами было доказано, что дыхательная система также оказывает влияние на формирование адаптационного потенциала.

В физиологических исследованиях часто приходится изучать состояние адаптационных ресурсов организма в ходе выполнения функциональных проб (физическая нагрузка, изменение положения тела в пространстве, дыхательные пробы и т.д.). При этом многократные замеры параметров производятся через короткие промежутки времени, и

такие показатели как возраст, длина и масса тела практически не меняются. В данных условиях для анализа динамики адаптационного процесса, по нашему мнению, представляется целесообразным применение модифицированной формулы оценки адаптационного потенциала без учета антропометрических показателей и возраста. Нами предложено использовать следующий вариант формулы: $\Delta AP = 0,011 \times (ЧСС_1 - ЧСС_2) + 0,014 \times (АДс_1 - АДс_2) + 0,008 \times (АДд_1 - АДд_2)$; где ΔAP – степень изменения параметров адаптационного потенциала; $ЧСС_1$, $АДс_1$, $АДд_1$ – исходные гемодинамические показатели; $ЧСС_2$, $АДс_2$, $АДд_2$ – гемодинамические показатели после выполнения функциональной пробы.

В ходе исследования выявлены особенности реагирования юношей и девушек на гипервентиляцию, которые заключаются в том, что у первых преобладают временные, а у вторых пространственные компоненты приспособительных реакций. Можно предположить, что характер реагирования испытуемых на гипервентиляционную нагрузку во многом зависит от особенностей межполушарных взаимодействий у лиц мужского и женского пола.

Анализ реакций испытуемых в условиях экспериментального моделирования гипоксических состояний с гиперкапническим и нормокапническим компонентами позволил выявить, что у обследованных при гипоксии с нормокапнией происходят более выраженные изменения изучаемых показателей.

Наше внимание к тощей массе тела при определении физической работоспособности и адаптации организма к максимальным физическим нагрузкам было обусловлено тем, что ее основной состав представлен мышечными тканями. Тощая масса и индекс пропорциональности в условиях максимальной физической нагрузки имеют достоверные корреляционные связи с показателями гемодинамики. В то время как в состоянии покоя корреляционные связи между указанными параметрами отсутствуют.

Нарушения механизмов регуляции гемодинамики и формирования сердечного ритма при скелетном вытяжении связаны с расстройствами на уровне анализаторных систем организма. Последние возникают на основании рассогласования между информацией от вестибулярных рецепторов, свидетельствующей об ориентации тела в пространстве, и изменением осевой нагрузки на позвоночник. Полученные в ходе наблюдений данные позволяют высказать предположение об определенной роли «позвоночного» фактора в реализации функциональных состояний, связанных с изменением положения тела в пространстве.

Таким образом, складывается представление о трех основных морфофункциональных комплексах, которые определяют направленность и эффективность процессов адаптации организма к экстремальным факторам окружающей среды. Гармония механизмов регуляции и соразмерность взаимодействия сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем является основополагающим резервом,

определяющим широту компенсаторно-приспособительных возможностей человека (рис. 6). Безусловно, устойчивость работы морфофункциональных систем обеспечивается потребностью организма, как основного фактора формирующего функциональную систему, определяющую достижение полезного приспособительного результата. Многоуровневая система регуляции физиологических процессов определяет оптимальную деятельность органов и систем. При этом участие каждого уровня в механизмах управления происходит в соответствии с потребностями, возникающими в конкретный момент времени.

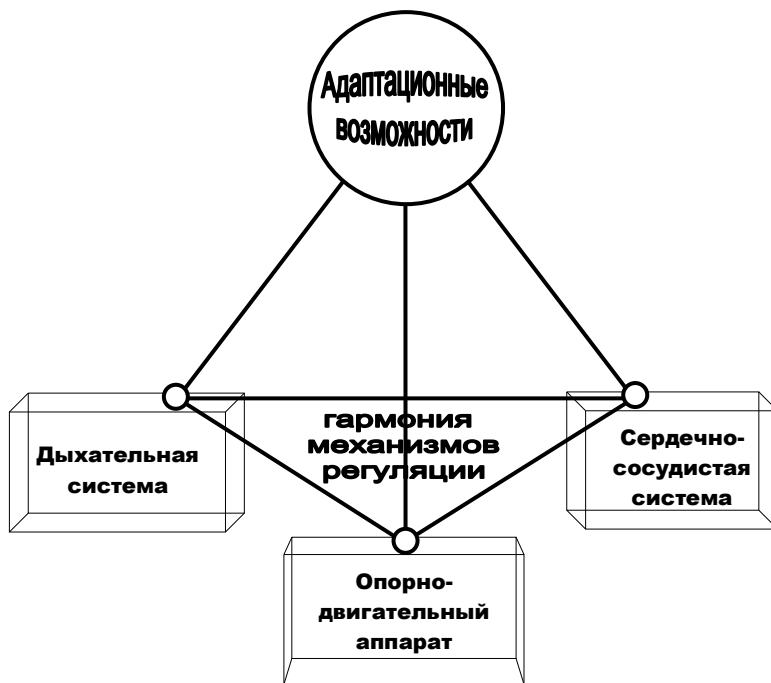


Рис. 6. Опорные компоненты адаптационных возможностей человека.

Частота и ритм сердечных сокращений формируются в зависимости от функционального состояния опорно-двигательной и кардиореспираторной систем, в соответствии с постоянно меняющимися потребностями организма. Высокая синхронная активность разрядов клеток водителей ритма обусловлена специфическими свойствами клеточных структур и влиянием со стороны симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

При максимальной физической нагрузке отмечается увеличение частоты сердечных сокращений, уменьшение продолжительности наи-

более часто встречающегося кардиоинтервала, увеличение амплитуды моды, уменьшение дисперсии кардиоинтервалов. В частотном спектре кардиоинтервалограмм преобладают длинноволновые компоненты. Наблюдается уменьшение доли высокочастотных волн, свидетельствующих об уменьшении влияния вагуса на формирование сердечного ритма и нарастающем разобщении между сердечно-сосудистой и дыхательной системами организма.

Нами предложена модель нарастающего разобщения ритма сердечных сокращений и ритма дыхания в процессе увеличения физической нагрузки до максимально допустимых значений. Возникновение срыва адаптации сопровождается увеличением симпатического тонуса и снижением активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (рис. 7).

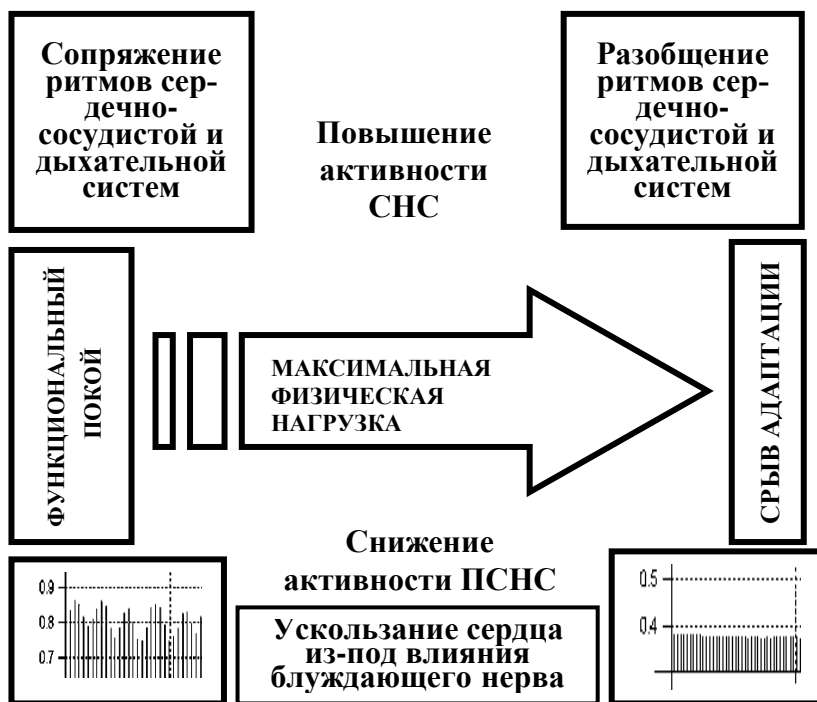


Рис. 7. Модель разобщения ритма сердечных сокращений и ритма дыхания при максимальной физической нагрузке

В организме человека обнаружено множество золотых пропорций морфофункциональных показателей. Выявленные нами физиологиче-

ские закономерности дают основание считать золотые пропорции показателей кардио-респираторной системы универсальным инструментом оценки функционального состояния и адаптационных возможностей организма, как в покое, так и при выполнении максимальных физических нагрузок. Пространственно-временная характеристика динамики показателей основных физиологических функций соответствует универсальным принципам биосинергетики – науки о самоорганизации живой материи. Исходя из этого, нами сформулировано принципиально новое представление о границах колебаний функциональных показателей, обозначенных нами как функциональный коридор, который отражает широту и объем адаптационных возможностей организма (рис. 8).



Рис. 8. Адаптационный коридор (n – любое целое число)

Золотые пропорции физиологических показателей выступают в роли маркеров переходных состояний в условиях повышенных требований к организму. Выявленный нами феномен золотых пропорций представляет собой новое направление в оценке приспособительных возможностей организма человека.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного комплексного исследования функций сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем при различных функциональных состояниях сформулирована концепция триединства опорных компонентов функциональной системы адаптации, которая лежит в основе новых представлений об индивидуальных приспособительных возможностях организма.
2. На фоне минимальной активности опорно-двигательного аппарата выявлены максимальная дисперсия кардиоинтервалов и преобладание высокочастотных дыхательных волн спектра вариабельности сердеч-

ного ритма, свидетельствующие о сопряженности ритмов кардио-респираторной системы и высоких приспособительных возможностях организма. На высоте предельно допустимой физической нагрузки и при задержке дыхания происходит значительное снижение мощности высокочастотного дыхательного компонента спектра, что указывает на рассогласование между ритмами дыхательной и сердечно-сосудистой систем и ведет к срыву адаптации.

3. В условиях функционального покоя и на высоте предельно допустимой физической нагрузки закономерно проявляются золотые пропорции соотношений продолжительности интервалов электрокардиограммы, показателей артериального давления и резервных объемов дыхания. Золотые пропорции кардио-респираторной системы образуют коридор функциональных возможностей организма при нарастающем мышечном напряжении.

4. Адаптационный потенциал отражает приспособительные возможности не только сердечно-сосудистой, но и дыхательной системы. При определении вектора направленности и степени изменения адаптационного потенциала в короткие интервалы времени предложено использовать сокращенный вариант его расчета, в котором исключены показатели возраста, массы и длины тела испытуемых.

5. При определении тонуса отделов вегетативной нервной системы на уровне целостного организма нами предложен индекс, характеризующий степень активности симпатической нервной системы, которая является одной из важнейших регуляторов адаптивных возможностей организма. Данный показатель позволяет выделить лиц с низкой, умеренной и высокой активностью симпатической нервной системы с учетом роли адренэргических и холинэргических механизмов.

6. По мере нарастания физической нагрузки происходит усиление закономерной взаимосвязи между антропометрическим статусом индивида, показателями гемодинамики и физической работоспособностью. Выявлена прямая зависимость между показателями физической работоспособности, тощей массой и индексом пропорциональности тела.

7. Гипоксия с гиперкапническим компонентом, эквивалентная длительной физической мышечной нагрузке, приводит к менее выраженным изменениям показателей кардио-респираторной системы, по сравнению с нормакапнической гипоксией. Реакция сердечно-сосудистой и дыхательной систем на гипоксию зависит от исходного вегетативного статуса индивида и наиболее выражена на фоне высокой активности симпатической нервной системы.

8. Изменение положения тела в пространстве и перераспределение гравитационной нагрузки на позвоночник отражается на функциональном состоянии вегетативной нервной системы и формировании ритма сердца. Снятие осевой нагрузки с позвоночника приводит к уменьшению продолжительности кардиоинтервалов, увеличению тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, усилению роли

центральных механизмов в формировании ритма сердца, изменению адаптационных возможностей организма.

9. Тракционная коррекция грудного отдела позвоночника с помощью разработанного нами устройства и применение мануальной терапии уменьшают избыточную активность симпатической нервной системы, способствуют восстановлению баланса между отделами вегетативной нервной системы, стабилизируют частоту и ритм сердечных сокращений, нормализуют артериальное давление и адаптационные возможности организма.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Горст, В.Р. Состояние вегетативной нервной системы в процессах адаптации организма школьников и студентов к различным условиям существования /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Ученые записки пединститута (АГПИ). - Астрахань, 1992. - С. 36 - 40.
2. Горст, В.Р. Состояние вегетативной нервной системы при учебной, эмоциональной и физической нагрузках /Н.А.Горст, В.Р.Горст, Н.И.Игонина, А.Л. Орленко, Д.А.Черных// Ученые записки АГПИ. - Астрахань, 1995. - Т.1. - С.42 - 45.
3. Горст, В.Р. Индивидуальные особенности адаптации студентов и школьников к физическим и эмоциональным нагрузкам /В.Р.Горст, Н.А.Горст //Материалы научных исследований по основным направлениям вуза. Труды Астраханской государственной медицинской академии. - Астрахань, 1996. - Т.IV(XXVII).-С. 69 - 72.
4. Горст, В.Р. Состояние показателей вегетативной нервной системы до и после постизометрической релаксации мышц / В.Р.Горст, Н.А.Горст, С.К.Березин //Тезисы докладов итоговой научной конференции АГПУ. - Астрахань, 1997. - С. 7.
5. Горст, В.Р. Оценка состояния здоровья по показателям физической работоспособности /Н.А.Горст, В.Р.Горст, Л.Т.Джумаханова, М.Ж.Амреева // Материалы конференции молодых ученых Северного Кавказа по физиологии и валеологии. – 12-13 октября. – Ростов-на-Дону, 2000 г. – С. 30 - 31.
6. Горст, В.Р. Комплексная оценка уровня здоровья студентов /Н.А.Горст, В.Р.Горст, Л.Т.Джумаханова, М.Ж.Амреева //Материалы конференции молодых ученых Северного Кавказа по физиологии и валеологии. – 12-13 октября. – Ростов-на-Дону, 2000 г. – С. 41 – 42.
7. Горст, В.Р. Зависимость показателей физической работоспособности от конституциональных особенностей студентов /Н.А.Горст, В.Р.Горст, Л.Т.Джумаханова //«Проблемы физической культуры, спорта и туризма».Материалы научно-практической конференции. - Петрозаводск: ПГУ, 2000. - С. 28-29.
8. Горст, В.Р. Биологические ритмы работоспособности студентов /В.Р.Горст, Н.А.Горст //«Циклы природы и общества». Материалы VIII Международной конференции. - Ставрополь, 2000. – С. 196 – 197.

9. Горст, В.Р. Влияние пробы максимальной задержки дыхания на продолжительность кардиоинтервалов /В.Р.Горст, О.А.Сероглазова, М.А.Маркина //Труды Астраханской медицинской академии. Том.22(XLVI). Теоретические вопросы современной медицины. – Астрахань, 2001. – С. 38 - 41.
10. Горст, В.Р. Диагностические критерии оценки уровня здоровья студентов /Н.А.Горст, В.Р.Горст, Л.Т.Джумаханова, М.Ж.Амреева //Материалы XI научно-практической конференции по проблемам физического воспитания учащихся «Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире».- Коломна, 2001. - С. 62 - 63.
11. Горст, В.Р. Оценка степени психического напряжения студентов /Н.А.Горст, В.Р.Горст, М.Ж.Амреева, М.А.Молчанова //Материалы X Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». – М., Ун-т Дружбы народов. – 2001. – С. 137 - 138.
12. Горст, В.Р. Материалы по изучению раздела «Экология человека» (избранные вопросы адаптации человека к экстремальным условиям внешней среды) /И.Н.Полунин, В.Р.Горст. - Астрахань: Из-во АГМА, 2001. – 49 с.
13. Горст, В.Р. Регуляция вегетативных функций при гиперкапнических и гипоксических состояниях /Н.А.Горст, В.Р.Горст, М.В.Горст //Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Биоразнообразие и биоресурсы Среднего Поволжья и сопредельных территорий», посвященный 125-летию КГПУ. - Казань, 2002. – С. 220 - 221.
14. Горст, В.Р. Оценка адаптивных возможностей в условиях нормы и патологии /Н.А.Горст, В.Р.Горст, М.В.Горст, Е.Г.Львова //Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Биоразнообразие и биоресурсы Среднего Поволжья и сопредельных территорий», посвященный 125-летию КГПУ - Казань, 2002. - С. 219 – 220.
15. Горст, В.Р. Адаптационный потенциал системы кровообращения /Н.А.Горст, В.Р.Горст, М.В.Горст, Е.Г.Львова, М.Ж.Амреева //Естественные науки. Журнал фундаментальных и прикладных исследований. – Астрахань: Из-во АГПУ. – 2002. - №4. – С. 53 - 55.
16. Горст, В.Р. Психофизиологическая диагностика эмоционального микропрофиля человека / Н.А.Горст, В.Р.Горст //Южно-Российский Медицинских журнал. – 2002. - №6. – С.6 - 9.
17. Горст, В.Р. Взаимосвязь степени стрессированности и уровня тревожности у человека /Н.А.Горст, В.Р.Горст, И.О.Руденко, М.А.Молчанова //Материалы Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации».-М.: Из-во РУДН. – 2003. – С. 140 - 141.
18. Горст, В.Р. Кардиальные типы, уровень личностной и ситуативной тревожности у астраханских студентов /Н.А.Горст, В.Р.Горст, И.О.Руденко // Материалы VI международной научной конференции

- «Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря». – Астрахань: Из-во АГУ. - 2003. – С. 122 - 124.
19. Горст, В.Р. Физическая работоспособность и функциональное состояние вегетативной нервной системы /В.Р.Горст, Н.А.Горст, А.К.Джумагалиева, Д.А.Лунев, А.А.Тужилкина //Материалы XIII международной научно-практической конференции по проблемам физического воспитания учащихся «Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире». - Коломна, 2003. – С. 10 - 11.
20. Горст, В.Р. Оценка уровня здоровья и физической работоспособности астраханских студентов /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Материалы II международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии». – Караганда: Из-во КГУ. – 2003. -Ч.2. – С. 26 - 28.
21. Горст, В.Р. Индивидуальный спектр основных свойств нервной системы /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Вестник новых медицинских технологий. - Тула, 2003. - №4. – С. 34 - 35.
22. Горст, В.Р. Индивидуальный уровень стрессированности и кардиотипы человека /Н.А.Горст, В.Р.Горст, И.О.Руденко //Вестник новых медицинских технологий. - Тула, 2003. - №4. – С. 23.
23. Горст, В.Р. Современные подходы к донозологической диагностике физического состояния и уровня здоровья человека /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Южно-Российский медицинский журнал. - М.: 2003. - №5 - 6. – С. 67 - 71.
24. Горст, В.Р. Психофизиологические особенности и физическая адаптация студентов /В.Р.Горст, Н.А.Горст, А.К.Джумагалиева, Д.А.Лунев //Современные достижения фундаментальных наук в решении актуальных проблем медицины. - Астрахань, 2004. – С. 244 - 248.
25. Горст, В.Р. Использование ортостатической пробы в оценке функциональных возможностей организма /В.Р.Горст, И.А.Мамонтова, Е.М.Бекмашева, Е.Г.Александрова, Н.И.Эндгеева //Человек и животные. Материалы II Международной научно-практической конференции 13-14 мая 2004 г. – Астрахань: Из-во АГУ, 2004. – С. 13 - 15.
26. Горст, В.Р. Интегративная деятельность нервной системы и адаптационные возможности человека /В.Р.Горст, Н.А.Горст, О.В.Черкашина, И.А.Горюнов, А.Э.Мамедов, А.В.Городовенко //Структурные преобразования органов и тканей в норме и при воздействии антропогенных факторов. - Астрахань: Из-во АГМА, 2004. – С.-89-91.
27. Горст, В.Р. Гемодинамические характеристики и адаптационные возможности астраханских студентов /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Биологические аспекты экологии человека». Журнал Экология человека (приложение). - Архангельск: СГМУ, 2004. - Т.1. - №4.- С.- 131 -134.
28. Горст, В.Р. Уровень адаптации сердечно-сосудистой системы в юношеском возрасте и дисрегуляторные процессы /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана. – 2004. - №1 - 2 (6 - 7). – С. 133 - 134.

29. Горст, В.Р. Динамика изменений вегетативного статуса при различных видах релаксации / В.Р.Горст, Н.А.Горст //Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. – 2004. -Т.90. - №8. – С.-184 - 185.
30. Горст, В.Р. Индивидуальные и типологические различия свойств нервной системы и темперамента / И.П.Гаранина, Н.А.Горст, В.Р.Горст //Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. - 2004. - Т.90 - №8. - С. 8 – 9.
31. Горст, В.Р. Формула темперамента и основные свойства нервных процессов /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Неврологический вестник им. В.М.Бехтерева. – 2004. –Т.36. - Вып. 1-2. - С. 67 - 71.
32. Горст, В.Р. Соматометрические критерии перехода от юности к ранней взрослости /Н.А.Горст, В.Р.Горст //Фундаментальные исследования. – 2005. - №5. - С. 46 - 47.
33. Горст, В.Р. Анализ реакции сердечно-сосудистой системы на механические раздражения паравerteбральных областей /В.Р.Горст //Научные труды I съезда физиологов СНГ. Сочи, Дагомыс 19-23 сентября 2005. - М.: Медицина-Здоровье. - 2005.-Т. 2. - С 70.
34. Горст, В.Р. Анализ физического развития студентов, проживающих в экологических условиях г. Астрахани /Н.А.Горст, В.Р.Горст // Экология человека. Науч.- практ. журн. - Архангельск. – 2005. – №11. – С. 32 - 36.
35. Горст, В.Р. Комплексная оценка реакции сердечно-сосудистой системы в условиях задержки дыхания /В.Р.Горст //Вестник аритмологии. Российский научно-практический рецензируемый журнал. - СПб, Приложение А. - 2006. - С. 155.
36. Горст, В.Р. Золотые пропорции некоторых физиологических параметров кардиореспираторной системы в условиях функционального покоя /В.Р.Горст, А.К.Джумагалиева, О.В.Колоколов //Достижения фундаментальных наук в решении актуальных проблем медицины. Материалы 5-й научно-практической конференции с международным участием. - Астрахань-Волгоград-Москва: Изд-во АГМА, 2006. – С. 293 - 295.
37. Горст, В.Р. Вегетативный статус и реакция сердечно-сосудистой системы на статические напряжения позвоночника /В.Р.Горст //Астраханский мир науки. Научный журнал. – Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2006. - №1 (1). - С. 17 – 20.
38. Горст, В.Р. Заявка №2004122768/14 от 23.07.04 «Устройство для тракционной коррекции грудного отдела позвоночника» /В.Р.Горст, С.К.Березин //Бюллетень «Изобретения. Полезные модели» ФИПС. - М.,2006. - №3 (1 часть). - С. 47.
39. Горст, В.Р. Патент 2278653 от 27.06.06 Заявка №2004122768/14 от 23.07.04 «Устройство для тракционной коррекции грудного отдела позвоночника» /В.Р.Горст, С.К.Березин //Бюллетень «Изобретения. Полезные модели» ФИПС. - М.,2006. - №18 (II часть). - С. 569.

40. Горст, В.Р. Индивидуальный профиль асимметрии по сенсомоторным показателям /Н.А.Горст, Д.Л. Теплый, В.Р.Горст // Матер. XVI Всерос. науч. – практ. конф. по проблемам физического воспитания учащихся «Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире». - Коломна: Изд-во КГПИ, 2006. – С. 76-79.
41. Горст, В.Р. Анализ variability сердечного ритма у детей с нарушениями осанки /В.Р.Горст, М.В.Полукова // Актуальные проблемы кардиологии детей и взрослых – 2007. Материалы межрегиональной научно-практической конференции (26-27 апреля). – Астрахань, 2007. – С. 52 - 55.
42. Горст, В.Р. Особенности кардиоинтервалограмм у студентов в процессе стандартного учебного процесса и при стрессовых факторах (на модели экзаменационного периода) /И.Н.Полунин, В.Р.Горст, А.Э.Борисов // Актуальные проблемы кардиологии детей и взрослых – 2007. Материалы межрегиональной научно-практической конференции (26-27 апреля). – Астрахань, 2007. – С.159-162.
43. Горст, В.Р. Состояние гемодинамических показателей при коррекции грудного отдела позвоночника /В.Р.Горст //Эколого-физиологические проблемы адаптации: Материалы XII Международного симпозиума. 30-31 января 2007г.- М.: РУДН, 2007.- С. 113 – 115.
44. Горст, В.Р. Золотые пропорции продолжительности интервалов ЭКГ – критерий адаптированности организма к физическим нагрузкам /В.Р.Горст // Экология и здоровье: Материалы Сателитного симпозиума XX Съезда физиологов России. - М.: РУДН, 2007. - С. 50 – 52.
45. Горст, В.Р. Исследование реакции организма на задержку дыхания /В.Р.Горст //Фундаментальные исследования. – 2007. - №11. - С. 100 - 101.
46. Горст, В.Р. Реакция сердечно-сосудистой системы на изменение положения позвоночника /В.Р.Горст //Вестник аритмологии. Российский научно-практический рецензируемый журнал.- СПб, Приложение А., 2008. - С.141.
47. Горст, В.Р. Реакция сердечно-сосудистой системы на произвольную задержку дыхания /В.Р.Горст, В.С.Крячко, В.С.Красовский //Тезисы V конференции молодых ученых России с международным участием (19-22 мая 2008) «Физиологические науки и прогресс клинической медицины». – М., 2008. – С. 222 - 223.
48. Горст, В.Р. Влияние функциональных боковых изгибов позвоночника на сердечно-сосудистую систему /В.Р.Горст, Д.А.Лунев, Е.Ф.Мартиросян, Н.А.Салахова, Е.В.Думченко, С.В.Фомин //Тезисы V конференции молодых ученых России с международным участием (19-22 мая 2008) «Физиологические науки и прогресс клинической медицины». – М., 2008. – С. 253-254.
49. Горст, В.Р. Золотые пропорции показателей артериального давления в условиях функционального покоя и при максимальной физической нагрузке /В.Р.Горст, Н.А.Горст, И.А.Быков //Астраханский меди-

цинский журнал. (Приложение). – Астрахань. – 2008. - Т. 3. - №3. - С. 255 - 257.

50. Горст, В.Р. Функциональные характеристики индивидуально-типологических различий студентов: монография / Н.А.Горст, В.Р.Горст, - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 142 с.

51. Горст, В.Р. Вариабельность сердечного ритма и резервные возможности организма /В.Р.Горст //Научные труды II съезда физиологов СНГ. Кишинэу (Кишинев) Молдова 29-31 октября 2008. – М.- Кишинэу: Медицина-Здоровье, 2008. – С. 211.

52. Горст, В.Р. Особенности ритмообразовательной функции сердца при произвольной задержке дыхания /В.Р.Горст // Актуальные проблемы кардиологии детей и взрослых – 2009. Материалы межрегиональной научно-практической конференции (26-27 апреля). – Астрахань, 2009. – С. 120 – 122.

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АП – адаптационный потенциал

ВИ – вегетативный индекс Кердо

ВНС – вегетативная нервная система

ВСР – вариабельность сердечного ритма

ЖП – жизненный показатель

ИВР – индекс вегетативного равновесия между отделами ВНС

ИКТ – индекс Кетле

ИП - индекс Пинье

ИФАСНС – индекс функциональной активности симпатической нервной системы

МПК – максимальное потребление кислорода

ПНС – парасимпатический отдел вегетативной нервной системы

СНС – симпатический отдел вегетативной нервной системы

СО – систолический объем

ТМ – тощая масса

ЭПК – электропроводность кожи

АМо – амплитуда моды – процент встречаемости моды

HF – мощность высокочастотного компонента спектра ВСР

HFP – доля высокочастотного компонента спектра ВСР от суммарной мощности

IC – индекс централизации

LF – мощность низкочастотного компонента спектра ВСР

LFP – доля низкочастотного компонента спектра ВСР от суммарной мощности

Mo – мода - наиболее часто встречающийся кардиоинтервал

MxDMn – разность между минимальным и максимальным значениями кардиоинтервалов

PARS – показатель активности регуляторных систем

PWC₁₇₀ – максимальная работоспособность

R-R – продолжительность кардиоинтервала
SKO – среднее квадратичное отклонение
SI – индекс напряжения регуляторных механизмов
TP – суммарная мощность спектра ВСР
VLF – мощность сверхнизкочастотного компонента спектра ВСР
VLFP – доля сверхнизкочастотного компонента спектра ВСР от суммарной мощности