

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"КИРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ"  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

**ПЕРШИНА**

**Татьяна Анатольевна**

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ЦЕНТРАЛЬНАЯ  
ГЕМОДИНАМИКА КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ СТУДЕНТОВ С  
СЕМЕЙНОЙ ОТЯГОЩЕННОСТЬЮ ПО АРТЕРИАЛЬНОЙ  
ГИПЕРТЕНЗИИ С РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ  
ТОНУСОМ**

03.03.01 – физиология

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Спицин Анатолий Павлович

Архангельск – 2016

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

СО – семейная отягощенность по артериальной гипертензии

АДС – систолическое артериальное давление

АДД – диастолическое артериальное давление

ЧСС – частота сердечных сокращений

УОК – ударный объем крови

МОК – минутный объем крови

СрГД – среднее гемодинамическое артериальное давление

СИ – сердечный индекс

УПС – удельное периферическое сосудистое сопротивление

АП – адаптационный потенциал сердечно–сосудистой системы

ВИК – вегетативный индекс Кердо

RRNN - средняя продолжительность R–R интервалов

SDNN - стандартное отклонение интервалов R–R на всей записи ЭКГ

RMSSD - квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов N–N

PNN50 – процент от общего количества последовательных пар интервалов R–R, различающихся более чем на 50 мс

АМо – амплитуда моды

TP – общая мощность спектра

VLF – мощность спектра в диапазоне очень низких частот

LF – мощность спектра в диапазоне низких частот

HF – мощность спектра в диапазоне высоких частот

РИ – реографический индекс

АЧП – амплитудно–частотный показатель

ДИК – дикротический индекс

ДИА – диастолический индекс

V<sub>макс</sub> – максимальная скорость быстрого наполнения

V<sub>ср</sub> – средняя скорость медленного наполнения

ПВО – показатель венозного оттока

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1. Здоровье учащейся молодежи в современных социальных и экономических условиях	11
1.2. Роль наследственной отягощенности в развитии сердечно-сосудистых заболеваний у лиц молодого возраста	14
1.3. Сердечно-сосудистая система как маркер адаптационных процессов организме человека	15
1.4. Особенности гемодинамики и variability сердечного ритма у лиц молодого возраста при артериальной гипертензии	23
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	27
2.1. Организация исследования	27
2.2. Материал и методы исследования	29
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	36
3.1. Особенности центральной гемодинамики и variability сердечного ритма у студентов младших и старших курсов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии в исходном состоянии	36
3.2. Особенности центральной гемодинамики и variability сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии при функциональных нагрузках	64
3.2.1. Особенности реакции центральной гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью на экзаменационный стресс	64
3.2.2. Особенности реакции сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью на экзаменационный стресс	78
3.2.3. Особенности реакции центральной гемодинамики у	85

студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии на дозируемую эмоциональную нагрузку	
3.2.4. Особенности реакции церебральной гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии на дозируемую эмоциональную нагрузку	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
ВЫВОДЫ	103
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	106

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** Современные социально–экономические условия в России резко обозначили проблему сохранения здоровья населения, в том числе и лиц молодого возраста [52, 62, 133]. Исследования последнего десятилетия содержат убедительные доказательства ухудшения здоровья учащейся молодежи в период обучения в высшем учебном заведении [137; 212, 215, 217, 221]. Особенно настораживающими оказались значения функциональных параметров, характеризующих деятельность сердечно–сосудистой системы [2, 5, 53, 122].

Исследование сердечно–сосудистых заболеваний в разных поколениях показало важное значение семейной отягощенности (СО) в развитии и течении артериальной гипертензии (АГ) и атеросклероза сосудов сердца [2, 46, 51, 128]. В семьях с повышенной частотой заболеваний сердечно-сосудистой системы смерть от болезней сердца и сосудов встречается значительно чаще, чем в семьях без наследственной отягощенности [46, 127, 206]. Вопрос о механизмах реализации АГ при наследственной предрасположенности к ней продолжает оставаться нерешенным [217, 218]. Успешность борьбы с сердечно–сосудистыми заболеваниями зависит от того, насколько своевременно и правильно определены факторы риска этих заболеваний у лиц молодого возраста, и насколько своевременно начата профилактика.

Традиционно, нарушения регуляции АД связывали с активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС). Однако роль парасимпатической нервной системы в становлении повышенного АД оставалась малоизученной [196]. До сих пор ведутся дискуссии относительно механизма повышения АД – связано ли последнее с увеличением общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) или с увеличением объема циркулирующей крови (ОЦК), а, возможно, и с взаимодействием этих и других механизмов [74, 79, 198]. В свою очередь, вегетативный гомеостаз

зависит от состояния более высоких уровней регуляции и отражает результаты адаптационного поведения всего организма

Одним из наиболее информативных методов изучения и количественной оценки системы нейрогуморальной регуляции является математический анализ variability сердечного ритма (ВСР) [10, 16, 112, 154, 199].

В связи с вышеизложенным, исследование особенностей гемодинамики и variability сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии в процессе обучения является актуальным.

**Цель исследования** – изучить variability сердечного ритма и центральную гемодинамику клинически здоровых студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии и с разным исходным вегетативным тонусом.

Применительно к этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать влияние семейной отягощенности на центральную гемодинамику, временные и спектральные показатели сердечного ритма клинически здоровых студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии с разным исходным вегетативным тонусом в динамике учебного процесса.

2. Определить особенности реакции центральной гемодинамики и ВСР у студентов СО по АГ с учетом исходного вегетативного тонуса в условиях функциональной нагрузки (дозированный стресс, экзаменационный стресс).

3. Выявить особенности церебральной гемодинамики у студентов с СО по АГ в состоянии покоя и оценить реакцию на дозированный стресс в зависимости от исходного вегетативного тонуса.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Значимые различия гемодинамики и variability сердечного ритма у студентов с СО по АГ начинают выявляться уже на младших курсах и зависят от пола, этапа учебного процесса, а также – от исходного вегетативного тонуса, определяющего степень напряжения механизмов регуляции организма.

2. Реакции центральной гемодинамики и СР у студентов с СО по АГ на экзаменационный стресс отличаются от таковых у здоровых и определяются полом и исходным тонусом ВНС.

3. Характер реакции церебральной гемодинамики у здоровых лиц с СО по АГ на дозированный стресс отличается от такового у здоровых без СО по АГ и зависит от исходного тонуса ВНС.

**Научная новизна исследования.** В настоящем исследовании впервые получены результаты комплексного исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы у студентов с СО по АГ в динамике учебного процесса. Установлены характерные особенности центральной гемодинамики и ВСР у юношей и девушек с различным исходным тонусом ВНС. Изучены изменения центральной и церебральной гемодинамики, ВСР у студентов младших и старших курсов в условиях моделирования стресса (экзаменационный стресс и дозируемая психоэмоциональная нагрузка).

**Теоретическая значимость.** Впервые показано влияние СО по АГ на изменения показателей центральной гемодинамики и ВСР у клинически здоровых лиц молодого возраста. Впервые проведен сравнительный анализ индивидуальных особенностей гемодинамики ВСР у студентов младших и старших курсов с разным исходным тонусом ВНС. Отличительной особенностью структуры сердечного ритма у студентов с СО по АГ является снижение ВСР с преобладанием в симпато-вагусном балансе симпатической активности и усиления центрального влияния на СР. Выявлено, что адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы и регуляции СР к экзаменационному стрессу имели разную степень выраженности у здоровых студентов без СО по АГ и у лиц с СО по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса. Показано, что для здоровых студентов с СО по АГ характерна изменчивая динамика корреляционных связей частоты сердечных сокращений (ЧСС) с показателями гемодинамики на разных этапах экзамена. Указанная динамика связана с исходным вегетативным тонусом и отличается от таковой у здоровых лиц, что, возможно, свидетельствует о разных механизмах регуляции

сердечно–сосудистой системы. Выявлены характерные особенности церебральной гемодинамики у студентов в зависимости от исходного тонуса ВНС и СО по АГ. Показаны различия в реакции церебральной гемодинамики на дозированную эмоциональную нагрузку, как у здоровых лиц, так и у студентов с СО по АГ с разным исходным тонусом ВНС.

**Научно-практическая значимость исследования.** Полученные результаты исследования дополняют представления об особенностях вегетативной регуляции кровообращения у здоровых студентов с СО по АГ и расширяют границы наших знаний об ответных реакциях организма студентов с СО по АГ на стрессовые нагрузки в зависимости от исходного тонуса ВНС. Результаты настоящего исследования свидетельствуют о необходимости включения в группу риска студентов с СО по АГ для целенаправленного проведения комплексных превентивных мероприятий.

Основные результаты работы могут быть использованы в качестве методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и профилактики сердечно-сосудистой патологии.

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы кардиологического диспансера КОГБУЗ «Кировская областная клиническая больница» (акт от 14.04.2016); внедрены в работу и используются в учебном процессе на кафедре нормальной физиологии для студентов и аспирантов ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России (акт от 23.03.2016); кафедры патофизиологии ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России (акт от 17.03.2016); внедрены в учебный процесс кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО Пермского государственного медицинского университета имени академика Е. А. Вагнера (акт от 04.04.2016); внедрены в учебный процесс кафедры патофизиологии ГБОУ ВПО Пермского государственного медицинского университета имени академика Е. А. Вагнера (акт от 16.03.2016); в лечебный процесс клиники ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России (акт от 13.04.2016).

**Легитимность исследования** подтверждена решением Этической комиссии ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России (протокол № 14–12 от 05.11.2014) и подтверждена решением ученого Совета ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России (протокол № 11 от 26.12.2014).

**Достоверность полученных результатов** обеспечена репрезентативностью и достаточным объемом выборки, использованием высокоинформативных методов исследования сердечно–сосудистой системы: электрокардиографии (ЭКГ), ритмографии, реографии, реоэнцефалографии (РЭГ) и нагрузочных тестов. Применены адекватные исследованию статистические методы обработки данных. Обследование пациентов проводили с применением сертифицированного оборудования.

**Апробация работы** Результаты исследования были доложены и обсуждены на II Всероссийской научно–практической конференции (г.Ростов-на Дону, 2008), на межгородской конференции молодых ученых «Актуальные проблемы патофизиологии» (г.Санкт-Петербург, 2010), на II региональной научно-практической конференции (г.Киров, 2011), на IX Российской научно–практической конференции с международным участием «Реабилитация и вторичная профилактика в кардиологии» (г.Москва, 2011), на IV Международной научно–практической конференции (г.Ростов-на-Дону, 2011), на XVII Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Молодежь и медицинская наука в XXI веке» (г.Киров, 2016), на научно–проблемном совете ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России (протокол № 04 от 20.05.2016).

**Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 03.03.01 – физиология:**

п. 3. - Исследование закономерностей функционирования основных систем организма (нервной, иммунной, сенсорной, двигательной, крови, кровообращения, лимфообращения, дыхания, выделения, пищеварения, размножения, внутренней секреции и др.);

п. 8. - Изучение физиологических механизмов адаптации человека к различным экологическим, трудовым и социальным условиям.

**Достоверность полученных результатов** обеспечена репрезентативностью и достаточным объемом выборки, использованием высокоинформативных методов исследования сердечно-сосудистой системы (ритмография, реография, РЭГ, нагрузочные тесты) и применением адекватных исследованию статистических методов обработки данных.

**Личный вклад автора** составляет не менее 95% и заключается в самостоятельной разработке дизайна и программы исследования. Автором лично была реализована программа исследования. Отбор, анализ, интерпретация и изложение полученных данных, написание рукописей, статей и тезисов по теме исследования, формулирование выводов и практических рекомендаций выполнены автором самостоятельно. Статистическая обработка полученного материала также была проведена автором лично

**Публикации:** материалы исследования опубликованы в 30 печатных работах, в том числе 8 из них – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 134 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, методологической главы, результатов собственных исследований с обсуждением, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка цитируемой литературы. Работа иллюстрирована 46 таблицами и 2 рисунками. Библиография включает 178 отечественных и 77 зарубежных публикаций.

## **Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

### **1.1. Здоровье учащейся молодежи в современных социальных и экономических условиях**

Современные социально-экономические условия в России резко обозначили проблему сохранения здоровья населения, в том числе и лиц молодого возраста [51, 61, 133, 154, 164]. Здоровье лиц молодого возраста становится одним из важных и достаточно точно отражающих состояние здоровья нации в целом [19, 73, 149, 162]. Между тем, перечень факторов, негативно влияющих на здоровье молодёжи, неуклонно расширяется [50, 51, 66, 74, 156]. Данные литературы свидетельствуют об ухудшении здоровья всех категорий населения и особенно студенческой молодёжи [7, 56, 57, 63, 66, 67, 107]. Особенно актуальной становится проблема изучения состояния здоровья лиц молодого возраста в современных условиях, когда происходит снижение бесплатного медицинского обслуживания [52, 72, 81, 93, 97]. Интенсификация учебного процесса, снижение возможностей профессионального роста и образования предъявляют повышенные требования к адаптационным механизмам в непростых условиях, а это, в свою очередь, возможно только при хорошем состоянии здоровья [3, 10, 63, 65, 131].

При поступлении в высшее учебное заведение студент вынужден адаптироваться к новым факторам, специфичным для высшей школы. Приспособление к обучению в ВУЗе считается достаточно проблемным видом адаптации, так как изменяются условия учебного процесса: увеличивается объем учебной нагрузки, возрастает интенсивность умственной деятельности, характерна неравномерность нагрузки, особенно увеличивающаяся в период зачетов и экзаменационной сессии, появляются профилирующие предметы, изменяются формы контроля и оценки учебной деятельности, изменяется характер взаимоотношений преподавателя и обучающегося [3, 133, 219, 221, 212, 250]. Процесс приспособления происходит на фоне других влияний,

характерных для современных условий и в той или иной степени влияющих на здоровье человека [170]. У студентов переход к новым условиям вызывает вначале активную мобилизацию, а затем постепенное истощение резервов организма, особенно на первых курсах обучения [30, 70, 107, 132, 157]. Уровень нагрузок достаточно высокий и в большинстве случаев превышает адаптационные возможности основной массы студентов, что может сказаться и на процессе обучения в ВУЗе [55, 135]. Исследования учёных последнего десятилетия содержат убедительные доказательства ухудшения здоровья учащейся молодёжи в период обучения в вузе [74, 77, 84, 149, 207, 210, 215]. Обучение в высшей школе - длительный процесс, который имеет ряд характерных особенностей [10]. Исследования физиологического состояния студентов в динамике учебного процесса выявили у большинства обследованных различные нарушения состояния их здоровья [68, 76, 128, 149]. На фоне функционального изменения регуляторных систем происходит перестройка и гомеостаза, что может сопровождаться снижением устойчивости организма [9]. Ослабление внутренних механизмов регуляции и саморегуляции в последующем может привести, в том числе, и к соматической патологии [9, 62, 63]. Исследования последнего десятилетия свидетельствуют, что в России лишь около 10% учащихся, которые поступают в ВУЗы, могут считаться здоровыми, 50% - имеют различные отклонения, а около 40% - хронические заболевания [69, 99].

Возникают заболевания, обусловленные наследственными дефектами, что приводит к увеличению и расширению семейной патологии. Наследственными дефектами объясняется ухудшение здоровья учащейся молодёжи [4, 5, 36, 92, 93]. Многие авторы отмечают, что наиболее чувствительными к действию негативных факторов внешней среды и образа жизни оказываются студентки [62, 63, 66, 67, 76, 99, 163]. В работах Т.М. Максимовой [107] показано, что частота заболеваемости среди девушек выше, чем у юношей [140]. Однако в исследованиях [62, 63] показано преобладание пограничной артериальной гипертензии у лиц мужского пола. По мнению авторов, это может быть связано

с большей распространённостью среди юношей употребления алкоголя, курения, а также наследственной патологии (у 32,5% юношей). Более того, нередко случаи инфаркта миокарда в молодом возрасте, которые в 50% случаев связывают с генетическими нарушениями. Определенная часть абитуриентов приходит в студенческую среду уже с определенными отклонениями в состоянии здоровья. Исследование здоровья абитуриентов выявило наличие патологии в основном морфофункционального характера: вегетативную дисфункцию - 38%, аномалии рефракции - 17,5% [60, 84, 99, 153]. Проведённые исследования выявили высокий уровень заболеваемости среди студентов младших курсов. Особенно настораживающими оказались значения функциональных параметров, характеризующих деятельность сердечно-сосудистой системы [3, 6, 57, 108, 216]. Бесспорно, что одной из главных систем, обеспечивающих приспособление организма, в том числе и к интеллектуальным нагрузкам, является сердечно-сосудистая система [102, 108, 216]. Основным механизмом повышения АД рассматривается недостаточное участие парасимпатического отдела в компенсаторно-адаптационных реакциях [71, 102, 169]. В процессе обучения в ВУЗе происходит увеличение заболеваемости [54]. На старших курсах отмечен большой процент новых случаев функциональных отклонений и снижение уровня функциональных возможностей органов и систем, и в первую очередь кардиореспираторной системы [90, 91, 103, 107, 197]. За период обучения молодые люди находятся в постоянном умственном напряжении, которое у студентов значительно выше, чем у молодых представителей других социальных групп [161, 168, 201, 219]. Дважды в год во время экзаменов умственное и нервное напряжение у студентов значительно возрастает [129, 210, 219, 248, 250].

Таким образом, оценка сведений доступной нам литературы о структуре и причинах заболеваемости студентов свидетельствует о неблагоприятной тенденции в состоянии их здоровья и обуславливает необходимость дальнейшего изучения факторов, его определяющих.

## **1.2. Роль наследственной отягощенности в развитии сердечно-сосудистых заболеваний у лиц молодого возраста**

Сердечно-сосудистые заболевания в нашей стране остаются одной из самых актуальных медицинских проблем. Социальную значимость данной проблемы усиливает также наблюдающаяся в последние годы тенденция к увеличению частоты заболеваний сердца и сосудов у лиц молодого возраста. Современная концепция сердечно-сосудистого континуума предполагает наличие единого механизма развития сердечно-сосудистых заболеваний через процессы нейрогуморальной дисрегуляции [20, 54, 111, 217]. Началом этого континуума являются факторы риска, которые присутствуют уже с самого раннего периода жизни [65, 69, 79, 89]. Поэтому лица молодого возраста представляются важным контингентом для исследования особенностей формирования сердечно-сосудистого континуума [217]. Значение семейной отягощенности в возникновении сердечно-сосудистых заболеваний несомненно [47, 65, 126, 127], но что касается лиц молодого возраста, то, по данным Школьниковой М.А. [172] среди значимых факторов является раннее (до 40 лет) развитие гипертонической болезни, инфаркта миокарда и инсульта у родителей. Причем юноши, более подвержены риску развития сердечно-сосудистых заболеваний, чем девушки. Мощным фактором риска развития артериальной гипертензии (АГ) у мужчин среднего возраста является и реакция артериального давления (АД) на стресс [191]. Это было продемонстрировано в исследовании [216], а также в работах отечественных ученых. Так, по данным Матюшичева В.Б. и др. [108], у юношей в возрасте 21 года, в отличие от девушек, стрессы вызывают изменение липидного состава крови в сторону атерогенности и увеличение АД [191]. Значимым фактором, определяющим эффект эмоционального стресса в этиологии и патогенезе повышения АД является генетическая предрасположенность. Представляет интерес исследование Lipton R. [211], в котором изучали реакцию на ментальный стресс и гипоксию у лиц с нормальным АД, родители которых были нормотензивными (1-я группа) и, родители которых страдали эссенциальной

АГ (2-я группа). Оказалось, что в ответ на стресс резко увеличилась активность симпатической нервной системы (АД, уровень в крови норадреналина и эндотелина, импульсация мышечных симпатических нервов) только во 2-й группе. Реакция на гипоксию была одинаковой у всех испытуемых. У лиц, родители которых страдали АГ, имела место генетически обусловленная повышенная реактивность симпатического звена нервной системы к стрессу. Это свидетельствует о том, что стресс является важным фактором риска АГ у данного контингента. Горячев В.А. [37] в опытах на спонтанно-гипертензивных крысах показал изменения уровня регуляции вегетативной нервной системы при длительном развитии. Предрасположенность и устойчивость к стрессорным повреждениям в значительной мере определяются генетически и фенотипически обусловленными особенностями организма, в том числе и состоянием здоровья к моменту действия стрессора [192, 228, 230, 235 ]. Джебраилова Т.Д. и др. [48] исследовали реакцию АД и сердечного ритма во время компьютерного тестирования уровня знаний студентов. Авторы отмечают широкий диапазон вегетативных показателей сердечного ритма и гемодинамики. По мнению исследователей, предпосылками такой высокой лабильности вегетативных характеристик являются большие исходные различия как общей мощности, так и его составляющих. Harshfield G. и Wilson M. [201] из Medical College of Georgia (США) опубликовали результаты исследования регуляции артериального давления в условиях стресса. В ходе исследования 127 молодых людей, с исходно нормальным АД, в течение часа играли в компьютерные игры. Измерение АД производилось каждые 15 минут игры и последующего двухчасового периода отдыха. В среднем за время игры АД повышалось на 5%, после чего восстанавливалось, при этом быстрее АД нормализовалось у участников с лучше развитой мышечной тканью.

### **1.3. Сердечно-сосудистая система как маркер адаптационных процессов**

Одной из важных систем жизнеобеспечения организма и индикатором адаптационных возможностей организма является сердечно-сосудистая система

[163]. Уровень ее функционирования считается важным показателем, отражающим состояние организма в целом [16, 224]. Функциональное состояние организма и, прежде всего, сердечно-сосудистая система определяют и лимитируют его адаптационный потенциал [13, 28, 246]. Активность сердечно-сосудистой системы обеспечивает приспособление организма к различным условиям и нагрузкам [12, 246, 248]. Важнейшими показателями функционального состояния сердечно-сосудистой системы являются частота сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление (АД), изменение которых позволяет оценить адаптационные возможности организма. Это не случайно, потому что ЧСС является одной из фундаментальных физиологических характеристик человека [198, 204]. Известно, что частота пульса является не гомеостатической переменной, а регулирующим воздействием в системе барорефлекторной стабилизации АД. Поэтому величина данной переменной должна изменяться в широких пределах при действии различных возмущений, с целью обеспечить постоянство АД [133]. В ЧСС одинаково важны диапазон колебаний в покое и изменения при стрессе [209]. Именно ЧСС покоя является одним из важнейших критериев резервов нашего организма и предиктором риска фатальных состояний [212, 227]. Повышение ЧСС покоя всегда ассоциируется с ухудшением здоровья: от простой физической детренированности до самых тяжелых заболеваний [199]. ЧСС имеет прямую связь с уровнем АД, независимо от возраста и пола [37, 227]. Повышение ЧСС объясняется автономным дисбалансом ЦНС - гиперактивацией симпатической и снижением активности парасимпатической систем [119, 181, 193]. Несомненно, что ряд факторов, определяющих или провоцирующих активацию симпатической нервной системы, пока остаются в числе неизвестных. Однако, определенная роль отводится генетическим факторам. Оказалось, что у нормотензивных пациентов с отягощенной наследственностью по АГ имеется тенденция к гиперактивации симпатической нервной системы, в отличие от пациентов без подобного анамнеза [178]. За последние десятилетия представления о роли и значимости ЧСС в клинической практике существенно

изменились. Новые исследования, показывают, что снижение ЧСС, в том числе путем постоянного приема бета-блокаторов у лиц с АГ связано с более высоким кардиоваскулярным риском и смертностью. В соответствии с последними данными замедление ЧСС при АГ ассоциируется с укорочением продолжительности жизни, большей частотой сердечных приступов, большим числом инсультов, увеличением частоты и тяжести сердечной недостаточности [241]. Важнейшим элементом сердечно-сосудистого контура являются регуляторные системы, в частности, влияние вегетативной нервной системы. Одним из критериев оценки состояния ВНС служит циркадианный профиль ЧСС [221, 241].

Известно, что нарушения в состоянии регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы предшествуют появлению гемодинамических нарушений в исполнительных органах, т.е. являются наиболее ранними признаками донологических состояний [13]. Для выявления изменений регуляторных механизмов широко используется анализ variability сердечного ритма [38, 61, 80, 81, 136, 184, 196, 247]. Целесообразность использования этой методики при изучении физиологического обеспечения интеллектуальной деятельности подтверждается многими исследованиями. RRNN, мс – средняя длительность интервалов RR, которая отражает результат регуляторных влияний на синусовый ритм сложившегося баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами автономной нервной системы [16, 123]. SDNN, мс – стандартное отклонение величин нормальных интервалов RR за рассматриваемый временной отрезок. Изменение данного показателя указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания одного из отделов ВНС [16]. Значения показателей RMSSD и pNN50, как считают многие авторы, определяются в основном влиянием парасимпатического отдела ВНС и являются отражением синусовой аритмии, связанной с дыханием [16].

Спектральный метод анализа variability ритмов сердца позволяет выявить частотные составляющие спектра и количественно оценить динамику его структуры. В норме у человека в спектре (при анализе 5- минутных записей

ЭКГ) выделяют три основных частотных диапазона [112]. Согласно данным литературы, VLF-домен спектра связывают с гормональной активностью крови [188], а также с влиянием надсегментарных центров вегетативной регуляции. LF - колебания - с барорефлексом и с активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы [16], HF-колебания - с дыханием и парасимпатической активностью [75, 112, 180].

Сложность управления сердечно-сосудистой системой создает условия для расстройства ее функционирования под влиянием различных причин, как внешних, так и внутренних, что, по мнению ряда авторов, в какой - то степени объясняет неоднозначные результаты [231, 246].

Длительное время считалось, что повышенное АД и другие факторы риска влияют на сердечно-сосудистую заболеваемость в основном в пожилом возрасте. Подростков и лиц молодого возраста традиционно относили к группе низкого риска, но результаты последних исследований заставляют пересмотреть данную точку зрения и обратить внимание на необходимость учета факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний уже в молодом возрасте [29, 83, 122]. Это подтверждается патологоанатомическими данными, полученными при вскрытии молодых людей [243]. Подчеркивается, что даже при нормальном АД, в случае наличия факторов риска, увеличивается вероятность возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [86, 243]. Не случайно, в Российских рекомендациях по АГ [138] подчеркивается, что критерии повышенного АД в значительной мере являются условными, поскольку между уровнем АД и риском сердечно-сосудистых заболеваний существует прямая связь, уже начиная с величины 115/75 мм рт. ст. Однако, исследований по изучению факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, включая АГ, на уровне молодёжной популяции выполнено недостаточно. Также недостаточно изучено возможное влияние наследственных особенностей на регуляторный статус в молодом возрасте. При этом аспекты донозологической диагностики АГ во взаимосвязи с другими факторами риска

на самых ранних этапах сердечно-сосудистого континуума практически не разработаны.

Результаты изучения влияния умственной нагрузки на сердечно-сосудистую систему также противоречивы [238]. Согласно одним данным, умственная нагрузка приводит к повышению как систолического, так и диастолического артериального давления и одновременно к увеличению ЧСС [132, 141, 207, 218], тогда как по исследованию других авторов - к снижению систолического, диастолического артериального давления и ЧСС [120, 233, 238]. Данные, полученные при изучении влияния интеллектуальной нагрузки на работу сердца, также неоднозначны [24, 177, 185, 205, 243]. По одним данным, умственная деятельность приводит к увеличению ударного объема (УО) и минутного объема крови (МОК) [132, 233], по другим данным - к уменьшению этих показателей [120]. Стрессоустойчивость является необходимым качеством, позволяющим сохранить физическое и психическое здоровье людей [22, 25].

В качестве объективных методов в настоящее время используют реакцию отдельных параметров гемодинамики и вариабельность сердечного ритма. Определение вариабельности ритма сердца сегодня является доступным и достаточно чувствительным методом оценки автономных механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы [22]. Кроме того, считается, что ВСР не подвержена сознательному контролю и поэтому является надежным методом исследования влияния на организм различных факторов, в особенности реакций автономной нервной системы на стрессовые воздействия. При этом отдельные показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) отражают активность отдельных звеньев регуляторных механизмов, а их комплексная оценка позволяет дать представление о состоянии организма в целом. Считается, что сбалансированная вегетативная регуляция позволяет максимально реализовать функциональные возможности организма, а ее изменения рассматриваются как ранний признак дезадаптации [15]. Попытки использовать анализ ВСР для изучения реакции организма на стрессовые

воздействия были предприняты давно. Первые работы по изучению влияния информационной нагрузки на функциональное состояние человека с помощью показателей сердечно-сосудистой системы встречаются в работе голландского ученого Winkler C, [251], который выявил, что выполнение арифметического теста ведет к повышению ЧСС, росту АД и снижению дыхательной синусовой аритмии. Рост ЧСС в ответ на информационные нагрузки был также отмечен в 1949 году в экспериментах Malmo R. и Shagass S. [214]. Первые результаты таких исследований отечественными авторами были опубликованы в монографии Баевского Р. М. и соавт. «Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе» [13]. В последующем эти авторы и другие исследователи многократно возвращались к данной проблеме. Была продемонстрирована высокая информативность исследования ВСР для оценки стрессовых реакций сердечно-сосудистой системы при эмоциональных нагрузках.

Спектральный анализ variability ритма сердца позволяет выявить выраженность психологического стресса и оценить соотношение симпатических и парасимпатических влияний на организм, в том числе и при информационной нагрузке [164, 176, 177, 183, 229]. Муртазина Е.П. [116] наблюдала изменения показателей ВСР при чтении инструкции испытуемых. Анализ временных и спектральных показателей, проведенных автором, показал, что этот вид деятельности вызывает увеличение частоты и снижение вариативности кардиоритма, а также выраженные изменения спектральных характеристик, которые, по мнению автора, свидетельствуют об усилении активности симпатической вегетативной нервной системы со снижением активности центральных и ваготонических центров в регуляции сердечной деятельности. Эти данные, как считает автор, указывают на то, что чтение инструкции вызывает состояние информационно-эмоционального напряжения.

Джебраилова Т.Д. и другие исследователи [48, 49] во время деятельности студентов (выполнения простой и сложной сенсомоторной

реакции) регистрировали у них ритмограмму. Результаты выполнения тестов в последующем сопоставляли с оценкой, полученной студентами на экзамене, проходившем через 1.5-2 месяца после тестирования. При выполнении интеллектуальных заданий разной степени сложности наблюдали изменения характеристик сердечного ритма. Авторы считают, что такой характер динамики показателей ВСП отражает высокую лабильность вегетативных функций во время деятельности и способствует реализации потенциальных интеллектуальных возможностей студентов.

Федотова Г.Г., Пожарова Г.В., Гераськина М.А. [167] проводили исследование функционального состояния студентов на основе параметров ВСП студентов младших курсов. Анализ ВСП у одних и тех же испытуемых на первом и втором курсах не выявил значимых возрастных изменений регуляции сердечного ритма от первого ко второму курсу. В то же время, авторы считают наиболее напряженным периодом начала учебного года, что проявляется активацией симпатических механизмов регуляции ритма сердца, а наиболее низким - окончанию второго семестра (более низкие значения индекса напряжения).

Реакция сердечного ритма на информационные нагрузки не всегда однотипна [42,44]. Данилова Н.Н. [43] выделила два типа реакции сердечного ритма на информационную нагрузку. При первом варианте наблюдалось снижение ЧСС, уменьшение индекса напряжения (ИН) и усиление мощности дыхательной составляющей спектра. Второй тип реакции проявлялся ростом ЧСС, ИН и падением значения SDNN .

Среди основных причин, вызывающих эмоциональное напряжение, на одно из первых мест ставится экзаменационный стресс [2, 189, 225, 237, 251]. Экзаменационное напряжение является ведущим фактором, препятствующим успешной сдаче экзамена [171, 189, 211], что характерно для большинства студентов [232].

Период подготовки к экзаменам и сдача экзаменов сопровождаются перенапряжением механизмов регуляции физиологических систем организма [41, 160, 171]. В качестве объективных методов в настоящее время используют реакцию отдельных параметров гемодинамики, вариабельность сердечного ритма [12, 31, 75]. Работы, посвященные особенностям реакции сердечного ритма на стрессовые нагрузки с учетом типа ВНС немногочисленны. Так, Двоеносов В. Г. [44] исследовал вариабельность сердечного ритма студентов в межсессионный период, перед экзаменом и после его окончания. Автором выделены студенты с ваготоническим, эйтоническим, симпатическим и гиперсимпатическим исходным тонусом ВНС. Установлено, что реакции ритма сердца к экзаменационному стрессу складывались в рамках общей тенденции к повышению напряжения механизмов регуляции и активности симпатической нервной системы. Однако, как указывает автор, эти реакции имели различную степень выраженности в зависимости от исходного вегетативного тонуса. Наибольшие выраженные изменения показателей ВСР выявлены у студентов с исходным ваготоническим и гиперсимпатическим вегетативным тонусом. Характер изменений в структуре сердечного ритма во время экзаменов также определяется психоэмоциональными особенностями личности студента и субъективным прогнозом успешности сдачи экзамена [50, 245]. В то же время мало исследований посвящено особенностям изменений гемодинамики и ВСР с учетом семейной отягощенности и доминирования отдела ВНС. В исследовании Максимова А.Л., Лоскутовой А.Н. [106] было установлено, что диапазон изменений кардиоритма в зависимости от состояния активности того или иного отдела ВНС значительно отличается, что обуславливает необходимость обязательной дифференциации обследуемых лиц по типам вегетативной регуляции.

В то же время в литературе недостаточно освещены возрастные аспекты изменений ВСР при стрессе, в частности, как изменяются временные и спектральные показатели сердечного ритма в динамике учебного процесса, а также влияние семейной отягощенности на параметры ВСР.

#### **1.4. Особенности гемодинамики и вариабельности сердечного ритма у лиц молодого возраста при артериальной гипертензии**

Многие авторы отмечают рост заболеваемости АГ среди лиц молодого возраста [29, 94]. Повышенное АД у молодых, как отмечает ряд авторов, имеет некоторые особенности. Полагают, что это связано с большой распространенностью вегетативных расстройств [159]. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Кобзев Р.Ю.[87] изучали особенности АД у молодых мужчин в возрасте 18-25 лет с повышенным АД при случайных измерениях. Оптимальное АД авторами было обнаружено у 13 (6,7%), нормальное - у 20 (10,3%), высокое нормальное - у 24 (12,4%), стабильная АГ - у 107 (55,2%) молодых людей. О высокой частоте развития АГ в подростковом и молодом возрасте свидетельствуют работы и других исследователей [82, 83, 222, 234, 235].

Наумова В.В., Земцова Е.Г. [118] провели анализ 6 параметров гемодинамики (ритм сердца, ударный объем, фракция выброса, амплитуда пульсации аорты, амплитуда пульсации микрососудов пальца стопы, систолическое артериальное давление) при АГ. Авторы пришли к заключению, что при АГ выявлено изменение общей колебательной активности ритма сердца, фракции выброса и других параметров сердечно-сосудистой системы. На основании своих данных, авторы делают вывод о том, что вариабельность параметров является маркером основных механизмов регуляции кровообращения, а мощность вариабельности - мерой регуляции.

Считается, что риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний увеличивается с уровня АД 115/75 мм. рт.ст. [138]. В связи с этим важное значение приобретает изучение различных аспектов повышения артериального давления, в частности - особенностей вегетативной регуляции на начальных этапах формирования АГ [246, 249].

Современной неинвазивной методологией оценки состояния регуляторных процессов в организме является анализ вариабельности параметров гемодинамики, в том числе ритма сердца и АД [16]. ВСР

представляет собой интегральный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы и организма в целом [16], при этом снижение ВРС может быть связано как с возникновением опасных осложнений [226, 224], так и с динамикой течения заболеваний [114, 115]. Считается, что снижение показателей ВРС предшествует гемодинамическим, метаболическим, энергетическим изменениям и является наиболее ранним прогностическим признаком развития болезни [112]. Показано, что снижение среднеквадратичного отклонения интервалов RR (СКО), отражающего сочетанное воздействие как симпатической, так и парасимпатической иннервации [16], тесно связано с риском внезапной смерти, течением ИБС и риском развития АГ [156, 226, 224]. Сегодня остается противоречивым вопрос о том, связано развитие АГ с ростом ВРС или не связано с изменениями последней [137, 242]. В работах, в которых изучалась ВРС у лиц с нормальным АД, к сожалению, нет данных на выделение лиц с высоким нормальным АД, и, соответственно, нет сведений о ВРС у этой категории обследуемых. Можно догадываться о том, что при высоком нормальном АД происходят изменения вегетативной регуляции ВРС, которые могут заключаться в усилении симпатических и ослаблении парасимпатических влияний. Спорным также остается вопрос о том, является ли усиление централизации управления сердечным ритмом реакцией на развивающийся вегетативный дисбаланс или последний является следствием развивающейся централизации. Этот вопрос требует дальнейшего изучения [130].

В литературе имеется много подтверждений фактам повышенной симпатической активности у больных АГ [187, 222]. Именно с этим звеном вегетативной системы связывают повышение артериального давления. Симпатикотония и вместе с ней снижение вагусной активности лежат в основе повышения АД у больных АГ [220]. По данным ряда авторов, гиперактивность симпатической системы выявляется у лиц молодого и среднего возраста и отсутствует у пожилых людей [220]. При этом длительно существующая, даже мягкая АГ, приводит к снижению показателей ВРС как в высокочастотной, так

и в низкочастотной областях [88]. Эти данные могут указывать на то, что в генезе повышения АД не всегда имеется преобладание симпатической активности. По величине мощности и значениям составляющих спектра судят о состоянии системы управления физиологическими функциями в организме. Согласно данным литературы, VLF-домен спектра связывают с влиянием надсегментарных центров вегетативной регуляции, LF-колебания - с барорефлексом| и с активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы [118], HF-колебания - с дыханием и парасимпатической активностью [144]. Как отмечает Г. В. Рябыкина [144], показатели variability ритма сердца точнее отражают динамику состояния пациента, чем динамика АД. Авторы рекомендуют использовать количественные показатели variability ритма сердца, дающие более точную информацию о состоянии пациента.

В экспериментах с регистрацией сердечного ритма, артериального давления и дыхания показано, что различия между показателями сердечно-сосудистой системы женщин и мужчин имеются как в спокойном состоянии, так и при выполнении различных функциональных проб. Результаты показали, что для женщин характерна связь состояния сердечно-сосудистой системы с психоэмоциональным статусом, а также вовлеченность центральных механизмов в регуляцию сердечно-сосудистой системы при выполнении функциональных проб. В то же время организму мужчин свойственен высокий уровень тонической активности и высокая реактивность симпатического звена регуляции сердечно-сосудистой системы [159].

В настоящее время проблема распространенных заболеваний с наследственной предрасположенностью, несмотря на очевидную значимость, остается наименее разработанной, что объясняется их сложной многофакторной природой. Вопрос о механизмах реализации АГ при наследственной предрасположенности к ней продолжает оставаться нерешенным.

Таким образом, исследование особенностей гемодинамики и ВСР у студентов с высоким семейным риском по сердечно-сосудистым заболеваниям представляет не только теоретическое, но и практическое значение.

## **Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. Организация проведения исследования.**

В исследование включены практически здоровые студенты, не предъявлявшие жалоб на момент исследования, без соматической патологии, с нормальным уровнем АД, без патологических изменений ЭКГ, с нормальной массой тела. Все испытуемые предварительно были ознакомлены с содержанием исследования, на него было получено информированное согласие на него. Оценку семейного анамнеза осуществляли на основе опроса студентов с помощью стандартной анкеты ВОЗ «Семейный анамнез». У родственников первой степени родства (родители, родные братья и сестры, дети) регистрировались случаи смерти от инфаркта миокарда или инсульта, перенесенные ИМ или АГ. Семейный анамнез считался отягощенным при наличии у студентов двух и более пораженных родственников. Дизайн исследования представлен в таблице 1.

Измерение АД проведено согласно рекомендациям экспертов Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК, 2001). В анализ не включали молодых людей, у которых анамнез или результаты обследования указывали на наличие вторичной АГ а также профессионально занимающихся спортом. Обследованные лица не имели в анамнезе указаний на прием антигипертензивных средств. На протяжении всего периода наблюдения у каждого обследованного измерения выполняли одним и тем же прибором. Измерения АД, регистрацию выполняли в утренние часы в период с 9 до 11 ч в положении пациента сидя после 10-минутного отдыха на одной и той же руке. Выполняли три последовательных измерения с интервалом 1 мин, их результаты усреднялись. На протяжении всего периода наблюдения у каждого испытуемого измерения выполняли одним и тем же прибором. Кроме того, у всех обследованных измерялся рост, масса тела, рассчитывался индекс массы тела (ИМТ).

Анкетирование студентов младших курсов, оценка семейной отягощенности, антропометрия (N=189)			
Виды исследования		Объект исследования, этап исследования	Вид исследования
Исследование центральной гемодинамики (реография с контролем ЭКГ) в исходном состоянии (n=189, контроль - 105 чел., семейная отягощенность - 84 чел.)		2 курс, начало семестра	Исследование variability сердечного ритма в исходном состоянии (ритмография) (n=177, контроль - 86 чел., семейная отягощенность - 91 чел.)
		2 курс, экзаменационная сессия	Исследование реакции центральной гемодинамики на экзаменационный стресс, n=376 (контроль - 103 чел., семейная отягощенность - 273 чел.)
Исследование центральной гемодинамики, variability сердечного ритма в исходном состоянии (n=126 (контроль - 30 чел., семейная отягощенность - 96 чел.)		3 курс	Исследование variability сердечного ритма до и после экзамена (весенняя сессия) (n=126, контроль - 30 чел., семейная отягощенность - 96 чел.)
Анкетирование студентов старших курсов, уточнение семейной отягощенности, антропометрия (N=118)			
Исследование центральной гемодинамики (реография с контролем ЭКГ) в исходном состоянии (n=118, контроль - 67 чел., семейная отягощенность - 51 чел.)		5-6 курсы	Исследование реакции центральной гемодинамики на стрессовую нагрузку в динамике (пульсоксиметрия в исходном состоянии, на 1-й, 5-й и 10-й минутах пробы) (n=65, контроль - 19 чел., семейная отягощенность - 46 чел.)
Ритмография, исследование variability сердечного ритма в исходном состоянии (n=118, контроль - 67 чел., семейная отягощенность - 51 чел.)		6 курс	Исследование реакции церебральной гемодинамики на стрессовую нагрузку в динамике (РЭГ до и после нагрузки) (n=56, контроль - 27 чел., семейная отягощенность - 29 чел.)

Таблица 1. Дизайн исследования

В работе соблюдались этические принципы, предъявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2000 ред..), а протокол был утвержден этической комиссией академии.

## **2.2. Материал и методы исследования.**

Антропометрические измерения включали определение роста и массы тела на аппарате SECA. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывался по формуле: ИМТ (кг/м<sup>2</sup>) = масса тела (кг) / рост (м)<sup>2</sup>.

Измерение давления проводилось осциллометрическим методом с помощью автоматического тонометра фирмы OMRON с соблюдением протокола ESH/ESC. Критерии установления границ нормального артериального давления базировались на рекомендациях ESH/ESC (2013). На наличие гипотензии (АД ≤ 100/60 мм. рт. ст.) основывались на рекомендациях XXI Европейского кардиологического конгресса в Барселоне в 1999 г. Изучение кровообращения головного мозга проведено методом реоэнцефалографии, а центрального отдела сердечно-сосудистой системы - методом грудной тетраполярной реографии с помощью компьютерного 4-канального реографа «Рео-Спектр-3» фирмы Нейрософт (г. Иваново, Россия). Настоящий программный комплекс сертифицирован Министерством здравоохранения и медицинской промышленности Российской Федерации № 215 от 09.10.1996. При использовании грудной тетраполярной реографии по Тищенко вычисляли следующие показатели: ударный объем (УО, мл) – количество крови, выбрасываемое сердцем во время систолы; частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) - количество ударов, совершённых сердцем за минуту. Среднее гемодинамическое артериальное давление (СрГД, мм рт. ст.) определяли по формуле Савицкого Н.Н. [145]: СрГД = АДД + (ПД/3). Исследование ударного объема непрямым способом производили по формуле Старра [239]: УО = 90.97 + (0,54 ПД) – (0,57 ДАД) – (0,61 × возраст). Минутный объем кровообращения (МОК, мл/мин) определяли как произведение УО на ЧСС. Общее периферическое сопротивление (ОПСС, дин\*с<sup>-1</sup>\*см<sup>-5</sup>/м<sup>2</sup>)

рассчитывалось по формуле Пуазейля  $(АДД+1/3ПД) \times 1330 \times 60 / МО$ . Сердечный индекс (СИ) рассчитывался по отношению минутного объема крови к одному квадратному метру поверхности тела. Поверхность площади тела (ППТ) определялась исходя из роста и массы тела исследуемого по формуле Дюбуа:  $ППТ = 0,007184 \times В^{0,423} \times Р^{0,725}$ , где В - масса испытуемого в кг, а Р - рост тела в см [190]. Ударный индекс рассчитывался по формуле:  $УИ = УОК / ППТ$  [53]. Удельное периферическое сопротивление (УПС,  $\text{дин} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-5} / \text{м}^2$ ) вычисляли по формуле:  $УПС = (САД \times ППТ) / МОК$ . Потребность миокарда в кислороде определяли по величине «двойного произведения» по Робинсону [8]. Рассчитывали коэффициент выносливости (КВ, усл. ед.) по формуле:  $КВ = (ЧСС / ПД) \times 10$ , где ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин), ПД – пульсовое давление (мм рт. ст.). Вегетативный индекс Кердо (ВИК), отражающий преобладание влияния симпатической или парасимпатической регуляции, рассчитывали по формуле:  $ВИК = (1 - АДД / ЧСС) \times 100$ , где АДД - величина диастолического артериального давления, в мм рт. ст.; ЧСС - частота сердечных сокращений в 1 минуту [27]. Для оценки уровня функционирования системы кровообращения был использован адаптационный потенциал (АП, баллы) по Баевскому Р.М. [14].  $АП = 0,011 ЧСС + 0,014В + 0,009МТ - 0,009ДТ - 0,27$ , где В - возраст (в годах), МТ - масса тела (в кг), Р - рост (в см). Фактические значения параметров гемодинамики сравнивали с должными значениями. Большинство должных показателей гемодинамики вычисляется исходя из базовой формулы должного минутного объема крови (ДМО, л/мин), предложенной Савицким Н.Н. [145], с учетом интенсивности обменных процессов,  $ДМО = ДОО / 281$ , где ДОО - это должный основной обмен, рассчитываемый по формулам Гарриса-Бенедикта, учитывающими, что основной обмен зависит от пола, возраста и массы тела. Соотношение  $(МОК_{\text{факт}} / ДМОК) \times 100\%$  позволяет выразить в относительных величинах отклонения реального сердечного выброса к «идеальному» для пациента данного возраста, пола, роста и массы. Остальные должные гемодинамические показатели рассчитывали по следующим формулам. Должный ударный индекс (ДУОК,

мл): ДУОК/ПТ). Должный сердечный индекс (ДСИ, мл/м<sup>2</sup>): ДМОК/ПТ. Должное общее периферическое сосудистое сопротивление (ДОПСС,  $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}$ ):  $(80 \cdot \text{СрГД}) / \text{ДМОК}$ . Должное удельное периферическое сопротивление (ДУПСС, у,е):  $\text{СрГД} / \text{ДСИ}$ . Должная («условная») работа сердца ( $A_{\text{долж}}$ ,  $\text{кг} \cdot \text{м}$ ) -  $A_{\text{долж}} = \text{ДМОК} \cdot \text{СрГД} \cdot 13,6$ . При этом фактическая работа сердца ( $A_{\text{факт}}$ ,  $\text{кг} \cdot \text{м} = \text{МОК} \cdot \text{СрГД} \cdot 13,6$ ). При сопоставлении  $A_{\text{долж}}$  и  $A_{\text{факт}}$  представляется возможность судить, является ли работа сердца в данной гемодинамической ситуации достаточной, избыточной или недостаточной.

При регистрации РЭГ использовали фронто-мастоидальное отведение (FM), позволяющее судить о бассейне внутренних сонных артерий и окципито-мастоидальное отведение (OM), которое дает информацию о вертебрально-базиллярном бассейне. Вычисляли следующие показатели: реографический индекс - отношение амплитуды реографической волны к величине калибровочного сигнала, у.е; АЧП, у.е. – амплитудно-частотный показатель, характеризующий артериальный приток в изученных отделах головного мозга;  $V_{\text{макс.}}$ , Ом/сек – максимальная скорость быстрого наполнения, несет важную информацию о тоне крупных артерий;  $V_{\text{ср.}}$ , Ом/сек – отражает тонус средних и мелких артерий; ДИК, % – дикротический индекс-отношение амплитуды волны на уровне инцизуры к максимальной амплитуде (в процентах), характеризует тонус сосудов малого калибра; ДИА, % – диастолический индекс-отношение амплитуды волны на уровне диастолической волны к максимальной амплитуде волны, отражает состояние оттока крови из артерий в вены; ПВО, % – показатель состояния оттока крови из полости черепа в сердце.

Кардиоинтервалографическое исследование проведено с применением современного диагностического комплекса «ВНС-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново). Вариабельность ритма сердца оценивали по стандартизированной методике, принятой Европейской ассоциацией кардиологии и Северо-Американской ассоциацией ритмологии и электрофизиологии [202]. При использовании кардиоинтервалографии вычисляли следующие показатели временного анализа: RRNN, мс (среднее значение интервалов RR, мс), SDNN

(СКО), мс (среднее квадратическое отклонение величин NN-интервалов анализируемой записи), RMSSD, мс (корень квадратный из средней суммы квадратов разностей величин соседних пар NN-интервалов), pNN50, % (процент пар последовательных интервалов NN, которые различаются более чем на 50 мс), показатели спектрального анализа: TP (Total Power), мс<sup>2</sup> (общая мощность в диапазоне частот  $\leq 0,4$  Гц), HF (High Frequency), мс<sup>2</sup> (мощность в диапазоне высоких (0,15 – 0,4 Гц) частот (волны длительностью 2,5 – 6,5 сек), LF (Low Frequency), мс<sup>2</sup> (мощность в диапазоне низких (0,04 – 0,15 Гц) частот (волны длительностью 6,5 – 25 сек), VLF (Very Low Frequency), мс<sup>2</sup> (мощность в диапазоне очень низких ( $\leq 0,04$  Гц) частот (волны длительностью более 25 сек), HFnorm, % (нормализованная мощность в диапазоне высоких частот) – отражает относительный вклад HF-компонента в общую мощность за вычетом VLF-компонента, LFnorm, % (нормализованная мощность в диапазоне низких частот) – отражает относительный вклад LF-компонента в общую мощность за вычетом VLF-компонента; LF/HF; показатели кардиоинтервалографии по Баевскому Р.М.: AMo (амплитуда моды), % (количество кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды (в %); ВПР (вегетативный показатель ритма), у.е. (ВПР =  $1/Mo \times BP$ ); ИН (индекс напряжения регуляторных систем), у.е.; (ИН =  $AMo/2 \times BP \times Mo$ ). Считается, что отдельные показатели ВСР дают представление об активности различных звеньев регуляторных механизмов, а их комплексная оценка дает представления о функциональном состоянии [15]. При оценке вегетативного тонуса ориентировались на показатели (RRNN, SDNN, ИН), согласно рекомендациям Баевского Р.М.

Объективную оценку перфузии как степени периферической вазодилатации проводили с помощью пульсоксиметра «ЭЛОКС-01, производитель ЗАО ИМЦ «Новые приборы», г. Самара. Датчик фиксировали на пальце руки испытуемого. При этом выходное окно излучателя находилось напротив ногтя, а выпуклая линза фотоприемника – с противоположной стороны пальца. Регистрировали значение SpO<sub>2</sub>(в%), значение частоты пульса и значение индекса перфузии (в %). Значение индекса перфузии (ИП) обладает

индивидуальной вариабельностью и может изменяться в диапазоне 0.05-10%. Изменения величины ИП свидетельствуют об изменении периферического кровообращения.

Модели стресса: в качестве модели психоэмоционального напряжения использовали экзаменационный стресс, который рекомендуется для этих целей многими исследователями [7, 213], а также модель психоэмоционального напряжения - компьютерное задание выбора. Данная методика позволяет воспроизвести состояние эмоционального напряжения. Задание состояло в том, чтобы максимально быстро погасить появляющееся на экране монитора изображение квадрата зеленого цвета путем нажатия определенной клавиши. Компьютерная программа автоматически выводила на экран квадрат заданных размеров зеленого и красного цвета в случайной последовательности, в различных (случайных) позициях экрана. Скорость появления квадратов увеличивалась с каждым этапом теста, которые следовали друг за другом без перерыва, причем продолжительность этапов была одинакова (2 мин), а количество появлений увеличивалось от 70 (на первом этапе) до 120 (на пятом этапе). Общее время работы составляло 10 минут. Характеристика обследованных групп представлена в таблице 2.

Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием программы «Statistica 6». Полученные данные представлены в виде средних значений с их ошибкой средней ( $M \pm m$ ). При обработке полученных результатов использовали непараметрические методы статистики; для определения различий между группами – критерий Манна-Уитни, для сравнения двух зависимых выборок – критерий Вилкоксона; для выявления корреляционных зависимостей между различными параметрами - коэффициент корреляции Спирмена. Достоверными считали различия и корреляции при  $p < 0.05$ .

Таблица 2.

## Характеристика обследованных групп

	Цель исследования	Вид исследования	Кол-во обследованных	Кол-во исследований	Количество показателей одного исследования, в т.ч. расчетные	Общее число показателей
1	Антропометрия	Измерение длины и веса тела	307	307	3	921
2	Исследование показателей центральной гемодинамики у студентов младших курсов в исходном состоянии	Измерение ЧСС, АДС, АДД	189	189	14	2646
3	Исследование показателей variability сердечного ритма (ВСР) у студентов младших(2-й) курсов в состоянии покоя	Регистрация кардиоинтервалограммы, АДС, АДД	177	177	16	2832
4	Исследование реакции центральной гемодинамики на экзаменационный стресс	Измерение ЧСС, АДС, АДД	376	1128	14	15792
5	Исследование показателей ВСР у студентов 3 курса в состоянии покоя	Регистрация кардиоинтервалограммы, АДС, АДД	177	177	16	2832
6	Исследование реакции ВСР у студентов 3 курса на экзаменационный стресс	Регистрация кардиоинтервалограммы, АДС, АДД	119	238	16	3808
	Исследование показателей центральной гемодинамики	Измерение, АДС, АДД, реография	118	118	14	1652

	у студентов старших курсов в исходном состоянии					
8	Исследование реакции гемодинамики на психо-эмоциональную нагрузку (стресс)	Измерение ЧСС, САД, ДАД при психо-эмоциональной нагрузке (стрессе)	65	260	14	3640
9	Исследование показателей ВСР у студентов старших курсов в состоянии покоя	Измерение, САД, ДАД , регистрация кардиоинтер-валограммы	118	118	14	1624
10	Исследование реакции церебральной гемодинамики на психо-эмоциональную нагрузку (стресс)	Регистрации РЭГ при психо-эмоциональной нагрузке (стрессе)	68	136	28	3808

Всего:

39555

### Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1. Особенности центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма у студентов младших и старших курсов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии в исходном состоянии

Систолическое АД у юношей младших курсов практически не отличалось у симпатотоников и ваготоников без семейной отягощенности по АГ. Однако диастолическое давление было выше у студентов с ваготоническим типом регуляции (Табл. 3). Общее (ОПС) и удельное периферическое сопротивление (УПС) также оказалось более высоким, а сердечный индекс (СИ) более низким у студентов с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Достоверные различия между группами выявлены по значениям минутного объема крови (МОК), сердечному индексу удельному периферическому сосудистому сопротивлению (табл. 3).

Таблица 3

Показатели центральной гемодинамики у юношей младших курсов в состоянии покоя без семейной отягощенности по АГ в зависимости от доминирования отдела ВНС (M±m)

Показатели	Тип ВНС		p
	симпатический (n=9)	парасимпатический (n=11)	
АДС, мм рт. ст.	120±2.58	119±2.58	0.87
АДД, мм рт. ст.	63.4±2.3	72.4±2.3	0.47
ЧСС, уд/мин	78.7±1,44	62.7±1,44	0.002
УОК, мл	79.39±2.44	69.1±2.4	0.38
МОК, мл/мин	5791±264	4342±144	0.0004
СрГД, мм рт. ст.	82.6±1.25	88.8±1.47	0.34
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.73±0.074	2.67±0.074	0.0003
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	23.54±1.38	33.24±1.26	0.0003
АП, баллы	2.07±0.085	1.94±0.065	0.21

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между симпатотониками и парасимпатотониками

Фактические значения сердечного индекса (2.67±0,07, л/мин/м<sup>2</sup> против 3.3±0,024, л/мин/м<sup>2</sup>) оказались меньше, а значения удельного периферического сопротивления (33,2±1,26 дин×с<sup>-1</sup>×см<sup>-5</sup> против 26,75±0,57 дин×с<sup>-1</sup>×см<sup>-5</sup>) больше должных значений при доминировании парасимпатического отдела ВНС.

Достоверных различий между фактическими значениями СИ и УПС с симпатическим типом регуляции не выявлено. МОК при доминировании парасимпатического отдела ВНС составил  $85,6 \pm 2,12\%$  от должного значения, а с симпатическим типом ВНС -  $114,0 \pm 5,78\%$  от должного.

Систолическое АД у студентов младших курсов с СО оказалось выше у лиц с симпатическим типом регуляции. Наиболее низкое диастолическое давление оказалось у лиц с нормотоническим типом регуляции. Ударный объем крови существенно не различался между группами. Наиболее низкий сердечный индекс был у лиц с ваготоническим типом регуляции. Он существенно отличался от должного значения ( $2,64 \pm 0,06$ , л/мин/м<sup>2</sup> против  $3,22 \pm 0,018$ , л/мин/м<sup>2</sup>). Удельное периферическое сопротивление у лиц с ваготоническим типом регуляции также существенно отличалось от должных значений ( $35,7 \pm 1,06$  дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup> против  $28,7 \pm 0,53$  дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup>). Минутный объем крови составлял 81,2% от должной величины. В целом адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы во всех группах превышал 2,0 балла, но наиболее низким оказался у лиц с симпатическим типом регуляции (табл.4).

Таблица 4

Показатели центральной гемодинамики у юношей младших курсов с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M $\pm$ m)

Показатели	Тип ВНС			p	
	1. (n=7)	2. (n=4)	3. (n=29)	1-3	2-3
АДС, мм рт. ст.	136 $\pm$ 6.72	119 $\pm$ 7.6	128 $\pm$ 2.3	0.23	0.18
АДД, мм рт. ст.	73.2 $\pm$ 4.92	69.51 $\pm$ 3.75	74.5 $\pm$ 1.84	0.82	0.24
ЧСС, уд/мин	84.6 $\pm$ 6.15	73 $\pm$ 3.91	64.53 $\pm$ 1.25	0.000	0.014
УОК, мл	76.59 $\pm$ 2.81	72.9 $\pm$ 5.48	71,2 $\pm$ 1.35	0.5	0.87
МОК, мл/мин	6437.7 $\pm$ 272	5245.39 $\pm$ 294	4553 $\pm$ 1192	0.000	0.06
СрГД, мм рт. ст.	94.2 $\pm$ 5.1	86.1 $\pm$ 3.2	92.8 $\pm$ 1.48	0.9	0.13
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.61 $\pm$ 0.17	3.33 $\pm$ 0.09	2.64 $\pm$ 0.06	0.000	0.002
УПС, дин $\times$ с <sup>-1</sup> $\times$ см <sup>-5</sup>	24.1 $\pm$ 1.5	26 $\pm$ 1.51	35.7 $\pm$ 1.06	0.000	0.008
АП, баллы	2.51 $\pm$ 0.19	2.05 $\pm$ 0.17	2.15 $\pm$ 0.06	0.05	0.62

*Примечание:* n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 различия между нормотониками и ваготониками

Анализ показателей центральной гемодинамики у студентов старших курсов (юноши) без СО по АГ показал следующее (табл. 5). Систолическое артериальное давление было практически одинаковым независимо от

доминирования отдела ВНС. Более низкие значения АДД были в группе с симпатическим вариантом регуляции (табл.5). Ударный и минутный объем крови были выше у симпатотоников. Максимальные значения МОК выявлены у симпатотоников, а минимальные - у ваготоников. Обращало внимание отличие истинных величин МОК, СИ и УПС от должных значений в группе с ваготоническим типом регуляции. МОК составлял  $74.6 \pm 3.26\%$  от должных значений, СИ были ниже ( $2.35 \pm 0.11$  л/мин/м<sup>2</sup> против  $3.14 \pm 0.021$  л/мин/м<sup>2</sup>), а УПС было больше ( $39.3 \pm 2.47$  дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup> против  $28.68 \pm 0.5$ , дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup>) по сравнению с должными значениями. В группах с симпатическим и нормотоническим типом регуляции истинные значения МОК, СИ и УПС мало отличались от должных значений.

Таблица 5

Показатели центральной гемодинамики у юношей старших курсов без семейной отягощенностью по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M $\pm$ m)

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич (1). (n=8)	нормотон.(2) (n=6)	ваготон.(3) (n=8)	2-1	2-3
АДС, мм рт. ст.	122 $\pm$ 3.17	123 $\pm$ 3.6	121 $\pm$ 2.3	0.7	0.47
АДД, мм рт. ст.	70.6 $\pm$ 1.6	72.5 $\pm$ 2.75	74.5 $\pm$ 1.84	0.82	0.47
ЧСС, уд/мин	84.6 $\pm$ 3.15	74 $\pm$ 2.21	65.53 $\pm$ 1.25	0.031	0.02
УОК, мл	71.59 $\pm$ 2.21	69.9 $\pm$ 2.48	66,2 $\pm$ 1.35	0.72	0.27
МОК, мл/мин	5934.7 $\pm$ 172	5086 $\pm$ 134	4317 $\pm$ 1.4	0.015	0.007
СрГД, мм рт. ст.	87.2 $\pm$ 1.6	89.1 $\pm$ 2.6 2	90.8 $\pm$ 1.28	0.83	0.68
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.67 $\pm$ 0.17	2.93 $\pm$ 0.09	2.35 $\pm$ 0.11	0.01	0.009
УПС, дин $\times$ с <sup>-1</sup> $\times$ см <sup>-5</sup>	24 $\pm$ 1.5	31.6 $\pm$ 1.28	39.3 $\pm$ 2.47	0.01	0.014
АП, баллы	2.25 $\pm$ 0.08	2.2 $\pm$ 0.07	2.16 $\pm$ 0.06	0.471	0.6

*Примечание:* n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 различия между нормотониками и ваготониками

Анализ показателей центральной гемодинамики у студентов старших курсов с семейной отягощенностью по АГ показал следующее (табл. 6). Наиболее высокие значения АДС и АДД выявлены у лиц с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Достоверные различия по АДС выявлены между нормотониками и ваготониками. ЧСС у симпатотоников достоверно отличалась от нормотоников и ваготоников. Обращали внимание высокие значения СрГД при доминировании парасимпатического отдела ВНС. По

значениям сердечного индекса и УПС группы достоверно различались между собой (табл. 6). Причем наиболее высокие значения УПС выявлены у ваготоников. Адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы во всех группах указывал на напряжение механизмов регуляции.

Таблица 6

Показатели центральной гемодинамики у юношей старших курсов с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса ( $M \pm m$ )

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич (1) (n=9)	нормотон (2). (n=10)	ваготон (3). (n=20)	2-1	2-3
АДС, мм рт. ст.	130±4.17	118±2.6	136±2.3	0.08	0.03
АДД, мм рт. ст.	73.6±2.6	72.5±2.75	80.5±1.84	0.5	0.068
ЧСС, уд/мин	84.6±3.15	74±2.21	70.5±2.25	0.046	0.27
УОК, мл	71.59±2.21	67.39±2.48	65,7±2.05	0.50	0.8
МОК, мл/мин	5954.7±230	4871±114	4576±154	0.015	0.13
СрГД, мм рт. ст.	92.2±2.12	87.1±2.6 2	98.8±2.28	0.33	0.012
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.47±0.17	2.93±0.09	2.34±0.06	0.006	0.004
УПС, дин*с <sup>-1</sup> *см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	27±1.5	30.1±1.28	39.3±1.06	0.025	0.000
АП, баллы	2.4±0.08	2.1±0.06	2.16±0.06	0.47	0.1

*Примечание:* n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 различия между нормотониками и ваготониками

Исследование различий между симпатониками без семейной отягощенности на старших и младших курсах выявило достоверные различия только по значениям ударного объема ( $p=0.035$ ).

Таблица.7

Сравнительные показатели центральной гемодинамики у юношей младших и старших курсов в состоянии покоя без семейной отягощенности по АГ при доминировании парасимпатического отдела ВНС ( $M \pm m$ )

Показатели	Здоровые студенты		p
	младшие (n=11)	старшие (n=8)	
АДС, мм рт. ст.	119±2.58	121±2.3	0.28
АДД, мм рт. ст.	72.4±2.3	74.5±1.84	0.95
ЧСС, уд/мин	62,7±1,44	65.53±1.25	0.002
УОК, мл	69.1±2.4	66,2±1.35	0.95
МОК, мл/мин	4342±144	4317±1.4	0.006
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	2.67±0.074	2.34±0.06	0.077
УПС, дин*с <sup>-1</sup> *см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	33.54±1.38	39.3±1.06	0.0453
АП, баллы	1.94±0.065	2.16±0.06	0.049

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между студентами младших и старших курсов

Сравнение показателей центральной гемодинамики между студентами младших и старших курсов без семейной отягощенности с доминированием

парасимпатического отдела ВНС выявило различия по ЧСС, МОК, ОПСС и адаптационному потенциалу в целом (табл. 7).

Сравнение показателей центральной гемодинамики между студентами младших и старших курсов с семейной отягощенностью с доминированием симпатического отдела ВНС не выявило различий по большинству показателей. Аналогичная закономерность была и с нормотоническим типом регуляции у студентов младших и старших курсов с семейной отягощенностью по АГ. Сравнение показателей центральной гемодинамики между студентами младших и старших курсов с семейной отягощенностью по АГ с доминированием парасимпатического отдела ВНС выявило достоверные различия по АДС, МОК, СрГД и в целом по адаптационному потенциалу сердечно-сосудистой системы (табл.8).

Таблица 8

Сравнительные показатели центральной гемодинамики у юношей младших и старших курсов в состоянии покоя с семейной отягощенностью по АГ при доминировании парасимпатического отдела ВНС ( $M \pm m$ )

Показатели	Отягощенность по АГ		p
	младшие (n=29)	старшие (n=18)	
АДС, мм рт. ст.	128±2.3	136±2.3	0.04
АДД, мм рт. ст.	74.5±1.84	80.5±1.84	0.12
ЧСС, уд/мин	64.53±1.25	70.5±2.25	0.16
УОК, мл	71.2±1.35	65,7±2.05	0.95
МОК, мл/мин	4553±1192	4576±154	0.006
СрГД, мм рт. ст.	92.8±1.48	98.8±2.28	0.072
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	2.64±0.06	2.34±0.06	0.84
УПС, дин*с <sup>-1</sup> *см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	35.7±1.06	39.3±1.06	0.36
АП, баллы	2.15±0.06	2.16±0.06	0.007

*Примечание:* n-количество испытуемых, p - различия между студентами младших и старших курсов

Сравнение показателей центральной гемодинамики между студентами младших курсов без семейной отягощенности и старших курсов с семейной отягощенностью по АГ с доминированием парасимпатического отдела ВНС выявило достоверные различия по большинству показателей (табл. 9).

Таблица 9

Сравнительные показатели центральной гемодинамики у юношей младших курсов без семейной отягощенности и старших курсов с семейной отягощенностью по АГ в состоянии покоя при доминировании парасимпатического отдела ВНС ( $M \pm m$ )

Показатели	Группы		p
	младшие (n=11)	старшие (n=18)	
АДС, мм рт. ст.	119±2.58	136±2.3	0.005
АДД, мм рт. ст.	72.4±2.3	80.5±1.84	0.05
ЧСС, уд/мин	62,7±1.44	70.5±2.25	0.28
УОК, мл	69.1±2.4	65.7±2.05	0.53
МОК, мл/мин	4342±144	4576±154	0.006
СрГД, мм рт. ст.	88.8±1.47	98.8±2.28	0.01
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	2.67±0.074	2.34±0.06	0.47
УПС, дин*с <sup>-1</sup> *см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	33.54±1.38	39.3±1.06	0.02
АП, баллы	1.94±0.065	2.16±0.06	0.001

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между студентами младших и старших курсов

Анализ показателей центральной гемодинамики у студенток младших курсов без семейной отягощенности по АГ показал следующее (табл.10). Группы достоверно различались по большинству показателей гемодинамики.

Таблица 10

Показатели центральной гемодинамики у студенток младших курсов без семейной отягощенности по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса ( $M \pm m$ )

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич (1) (n=30)	нормотонич.(2) (n=17)	ваготон.(3) (n=13)	2-1	2-3
АДС, мм рт. ст.	109±1.17	115±1.6	121±2.3	0.036	0.05
АДД, мм рт. ст.	65.6±1.6	71.5±1.15	77.5±1.84	0.004	0.017
ЧСС, уд/мин	80.6±1.15	72±1.21	76.5±2.25	0.006	0.002
УОК, мл	71.19±0.91	67.39±2.48	64.7±1.05	0.004	0.13
МОК, мл/мин	5676.7±123	4751±63	3776±1.34	0.000	0.000
СрГД, мм рт. ст.	80.2±1.12	86.1±1.32	92.8±2.28	0.004	0.025
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.97±0.17	3.43±0.09	2.84±0.026	0.012	0.000
УПС, дин*с <sup>-1</sup> *см <sup>-5</sup>	20.8±1.5	25.1±1.28	32.93±3.06	0.005	0.000
АП, баллы	1.91±0.08	2.01±0.04	2.07±0.06	0.005	0.02

*Примечание:* n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 различия между нормотониками и ваготониками

Наиболее высокие значения АДС и АДД выявлены в группе с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Минутный объем крови в группе с ваготоническим типом регуляции составлял  $82 \pm 1.98\%$  от должного значения. Также был меньше должного и сердечный индекс ( $2.84 \pm 0.06$  л/мин/м<sup>2</sup> против  $3.48 \pm 0.03$  л/мин/м<sup>2</sup>).

В тоже время удельное периферическое сопротивление было больше должного ( $32.43 \pm 3.06 \text{ дин} \times \text{с}^{-1} \times \text{см}^{-5}$  против  $26.37 \pm 0.54 \text{ дин} \times \text{с}^{-1} \times \text{см}^{-5}$ ). В группах с симпатическим и нормотоническим типами регуляции истинные значения МОК, СИ и УПС достоверно не отличались от должных значений.

Анализ показателей центральной гемодинамики у студентов старших курсов (девушки) без семейной отягощенности по АГ показал следующее (табл. 11). Наиболее многочисленной оказалась группа с доминированием симпатического отдела ВНС. Достоверные различия выявлены по частоте сердечных сокращений и минутному объему крови (табл.11). Наиболее низкие значения сердечного индекса обнаружены у лиц с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Причем фактические значения СИ составляли только  $2.64 \pm 0.26 \text{ л/мин/м}^2$  против должных  $3.47 \pm 0.28 \text{ л/мин/м}^2$ . Удельное периферическое сопротивление также было максимальным у ваготоников и отличалось от должного значения ( $25.9 \pm 0. \text{ дин} \times \text{с}^{-1} \times \text{см}^{-5}$ ).

Таблица 11

Показатели центральной гемодинамики у девушек старших курсов без семейной отягощенности по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса ( $M \pm m$ )

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич. (1) (n=18)	нормотон.(2) (n=7)	ваготон.(3) (n=9)	2-1	2-3
АДС, мм рт. ст.	110 $\pm$ 2.17	115 $\pm$ 1.6	116 $\pm$ 2.3	0.16	0.8
АДД, мм рт. ст.	68.6 $\pm$ 2.6	73.5 $\pm$ 1.75	80.5 $\pm$ 1.84	0.19	0.29
ЧСС, уд/мин	84.6 $\pm$ 3.15	71 $\pm$ 1.21	76.5 $\pm$ 2.25	0.006	0.005
УОК, мл	66.59 $\pm$ 1.21	67.39 $\pm$ 2.48	62,7 $\pm$ 2.05	0.39	0.8
МОК, мл/мин	5554.7 $\pm$ 113	4871 $\pm$ 114	3776 $\pm$ 134	0.000	0.001
СрГД, мм рт. ст.	83.2 $\pm$ 2.12	87.1 $\pm$ 1.6 2	89.8 $\pm$ 2.28	0.16	0.2
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	4.07 $\pm$ 0.17	3.33 $\pm$ 0.09	2.64 $\pm$ 0.26	0.008	0.016
УПС, дин $\times$ с <sup>-1</sup> $\times$ см <sup>-5</sup>	20.7 $\pm$ 1.5	26.1 $\pm$ 1.28	34.93 $\pm$ 3.06	0.005	0.02
АП, баллы	2.1 $\pm$ 0.08	2.07 $\pm$ 0.04	2.0 $\pm$ 0.06	0.67	0.41

*Примечание:* n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 различия между нормотониками и ваготониками

Анализ показателей центральной гемодинамики у девушек младших курсов с семейной отягощенностью по АГ показал следующее (табл.12). АДД было достоверно выше в группе с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Частота сердечных сокращений была достоверно выше у лиц с доминированием симпатического отдела ВНС. Группы достоверно отличались

по значениям МОК. Ударный объем крови оказался достоверно более низким при доминировании парасимпатического отдела ВНС. Наиболее низкие значения сердечного индекса выявлены также в группе ваготоников. Причем он оказался ниже должных значений ( $2.99 \pm 0.26$  л/мин/м<sup>2</sup> против  $3.51 \pm 0.05$  л/мин/м<sup>2</sup>). МОК в этой же группе также составлял 84.8% от должного, а УПС – напротив, больше должных значений ( $30.93 \pm 1.06$  дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup> против  $25.6 \pm 0.41$  дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup>).

Таблица 12

Показатели центральной гемодинамики у девушек младших курсов с семейной отягощенности по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M $\pm$ m)

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич.(1) (n=15)	нормотон.(2) (n=7)	ваготон.(3) (n=16)	2-1	2-3
АДС, мм рт. ст.	114 $\pm$ 2.17	116 $\pm$ 2.6	119 $\pm$ 1.63	0.66	0.36
АДД, мм рт. ст.	70.6 $\pm$ 1.6	70.25 $\pm$ 0.75	75.5 $\pm$ 1.34	0.81	0.004
ЧСС, уд/мин	83.8 $\pm$ 2.15	68 $\pm$ 0.91	64.9 $\pm$ 1.85	0.00	0.45
УОК, мл	68.19 $\pm$ 1.21	69.39 $\pm$ 1.48	62.7 $\pm$ 2.05	0.76	0.027
МОК, мл/мин	5674.7 $\pm$ 190	4741 $\pm$ 124	4181 $\pm$ 127	0.000	0.01
СрГД, мм рт. ст.	85.2 $\pm$ 1.12	86.1 $\pm$ 1.32	90.8 $\pm$ 1.28	0.16	0.75
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.87 $\pm$ 0.17	3.18 $\pm$ 0.14	2.99 $\pm$ 0.26	0.008	0.016
УПС дин $\times$ с <sup>-1</sup> $\times$ см <sup>-5</sup>	22.87 $\pm$ 1.05	27.1 $\pm$ 1.28	30.93 $\pm$ 1.16	0.005	0.024
АП, баллы	2.13 $\pm$ 0.08	2.02 $\pm$ 0.04	2.04 $\pm$ 0.03	0.67	0.87

Примечание: n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 различия между нормотониками и ваготониками

Анализ показателей центральной гемодинамики у студенток старших курсов с семейной отягощенностью по АГ показал следующее (табл.13). Группы не различались по значениям систолического и диастолического давления, но по ЧСС были значимые различия. Ударный объем крови также не имел достоверных различий. В то же время минимальные значения МОК зарегистрированы у ваготоников, а максимальные – у симпатотоников (табл. 13). Наиболее низкие значения МОК и СИ выявлены у лиц с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Удельное периферическое сопротивление было достоверно больше у лиц с доминированием парасимпатического отдела ВНС (табл.13). Истинные значения МОК, сердечного индекса были меньше должных величин у лиц с ваготоническим типом регуляции.

Сравнительный анализ динамики изменений показателей центральной гемодинамики у юношей младших и старших курсов выявил следующие особенности. Сравнение показателей гемодинамики у студентов младших и старших курсов с ваготоническим типом регуляции без семейной отягощенности по АГ не выявил достоверных изменений по большинству показателей.

Таблица 13

Показатели центральной гемодинамики у девушек старших курсов с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M±m)

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич (1). (n=29)	нормотон (2). (n=11)	ваготон.(3) (n=22)	2-1	2-3
АДС, мм рт. ст.	117±1.7	117±2.6	117±1.63	0.46	0.74
АДД, мм рт. ст.	71.8±1.26	72.9±0.75	75.8±1.94	0.61	0.48
ЧСС, уд/мин	83.8±1.95	73±2.91	64.8±1.55	0.004	0.019
УОК, мл	67.19±0.91	65.79±1.48	61,7±1.75	0.33	0.12
МОК, мл	5574.7±100	4741±124.0	3961±98.0	0.000	0.000
СрГД, мм рт. ст.	87.2±1.12	88.1±1.32	90.8±1.28	0.96	0.64
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.98±0.17	3.4±0.14	2.6±0.09	0.005	0.000
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	22.46±0.85	26.1±1.28	36.00±1.06	0.018	0.000
АП, баллы	2.23±0.05	2.07±0.04	2.06±0.03	0.53	0.72

*Примечание:* n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 - различия между нормотониками и ваготониками

Сравнение показателей центральной гемодинамики у девушек младших курсов без семейной отягощенности и девушек старших курсов с семейной отягощенностью с ваготоническим типом регуляции также не выявило достоверных различий. Сравнение показателей центральной гемодинамики у студентов младших курсов без семейной отягощенности со студентами старших курсов без семейной отягощенности и с семейной отягощенностью с нормотоническим типом регуляции также не выявило достоверных различий по большинству показателей. Сравнение показателей центральной гемодинамики у студентов (девушки) младших курсов в зависимости от семейной отягощенности по АГ с симпатотоническим типом регуляции выявило следующие особенности (табл.14). Достоверные различия выявлены по АДД и среднему гемодинамическому давлению. Другие показатели изменяются, но не достоверно. Характерно снижение УО, сердечного индекса и увеличение ОПС.

В целом адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы имеет тенденцию к снижению.

Таблица 14

Сравнительные показатели центральной гемодинамики у девушек младших курсов в состоянии покоя с доминированием симпатического отдела ВНС в зависимости от семейной отягощенности по АГ ( $M \pm m$ )

Показатели	Риск по АГ		p
	здоровые (n=30)	СО (n=11)	
АДС, мм рт. ст.	109±1.17	114±2.17	0.109
АДД, мм рт. ст.	65.6±1.6	70.6±1.6	0.047
ЧСС, уд/мин	80.6±1.15	83.8±2.15	0.79
УОК, мл	71.19±0.91	68.19±1.21	0.20
МОК, мл/мин	5676.7±123	5674.7±190	0.97
СрГД, мм рт. ст.	80.2±1.12	85.2±1.12	0.034
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.97±0.17	3.87±0.17	0.43
УПС дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	20.8±1.5	22.87±1.05	0.16
АП, баллы	1.91±0.08	2.13±0.08	0.071

*Примечание:* n-количество испытуемых, p - различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

Более выраженные изменения выявлены у студентов старших курсов с семейной отягощенностью по АГ с аналогичным (симпатическим) типом вегетативной регуляции (табл. 15).

Таблица 15

Сравнительные показатели центральной гемодинамики у девушек младших и старших курсов в состоянии покоя при доминировании симпатического отдела ВНС с семейной отягощенностью по АГ ( $M \pm m$ )

Показатели	Семейная отягощенность по АГ		p
	младшие курсы (n=11)	старшие курсы (n=29)	
АДС, мм рт. ст.	114±2.17	117±1.7	0.001
АДД, мм рт. ст.	70.6±1.6	71.8±1.26	0.003
УОК, мл	68.19±1.21	67.19±0.91	0.011
МОК, мл/мин	5674.7±190	5574.7±100	0.53
СрГД, мм рт. ст.	85.2±1.12	87.2±1.12	0.001
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3.87±0.17	3.98±0.17	0.67
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	22.87±1.05	22.46±0.85	0.13
АП, баллы	2.13±0.08	2.23±0.05	0.02

*Примечание:* n-количество испытуемых p-различия между студентами младших и старших курсов

У студентов старших курсов с семейной отягощенностью по АГ по сравнению со студентами младших курсов с семейной отягощенности с

симпатическим типом регуляции выявлены достоверные различия по АДС, АДД, УО, СрГД и адаптационному потенциалу.

Анализ показателей variability сердечного ритма у студентов младших курсов (юноши) без семейной отягощенности по АГ в зависимости от доминирования отдела ВНС показал следующее (табл. 16). Обращало внимание снижение значений rMSSD, что указывает на усиление симпатического отдела ВНС в регуляции сердечного ритма. На усиление гуморального канала регуляции также указывает и значение АМо. Имело место снижение мощности спектра во всех частотных диапазонах. Наиболее высокие значения мощности спектра выявлены в диапазоне HF (табл. 16). В процентном отношении также доминировал HF домен. Симпато-вагальный баланс был сдвинут в сторону активации симпатического отдела ВНС.

Таблица 16

Показатели сердечного ритма у юношей младших курсов без семейной отягощенности по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M±m)

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич. (1) (n=11)	нормотонич. (2). (n=29)	ваготонич. (3). (n=17)	2-1	2-3
RRNN, мс	654,3±11.9	801±10.00	997±12.3	0.0000	0.0000
SDNN, мс	43.84±4.92	65.1±3.15	72.4±3.84	0.001	0.17
rMSSD, мс	29.24±3.86	54.35±2.41	69.53±4.25	0.0005	0.025
pNN50, мс	4.95±1.1	14.06±1.01	22,74±1.35	0.0002	0.0004
АМо, %	44.73±3.16	31.39±1.4	26.17±1.24	0.001	0.04
ИН, ед	184.5±22.75	73.6±5.62	44.08±3.8	0.0002	0.002
TP, мс <sup>2</sup>	1698±465	3343±326	4014±480	0.002	0.18
VLF, мс <sup>2</sup>	209±76	438±89	322±42.8	0.12	0.72
LF, мс <sup>2</sup>	389±101	663±83	866±134	0.015	0.18
HF, мс <sup>2</sup>	1099±335	2282±252	2861±134	0.001	0.21
VLF, %	15.5±3.07	11.9±1.33	8.93±1.15	0.28	0.19
LF, %	26.27±2.26	19.45±1.62	21.59±2.34	0.038	0.45
HF, %	58.22±4.72	67.05±1.16	69.47±2.76	0.14	0.74
LF/ HF	1.84±0.34	0.89±0.09	0.86±0.16	0.039	0.23
ИАЦ, ед.	2.11±0.31	0.98±0.11	2.83±0.36	0.9	0.27
ИЦ, ед.	0.94±0.23	0.53±0.05	0.4±0.07	0.88	0.78

Примечание: n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3- различия между нормотониками и ваготониками

При нормотоническом типе регуляции SDNN, rMSSD, pNN50, АМо, ИН находились в пределах общепринятых международных норм (табл.17). В спектре сердечного ритма доминировал HF домен. Отношение LF/ HF,

отражающее суммарную активность вегетативных воздействий, указывало на сбалансированность отношений симпатического и парасимпатического отделов ВНС в регуляции СР.

При среднем значении RRNN  $997.3 \pm 12.17$  мс SDNN, rMSSD, pNN50, АМо, ИН указывали на преобладание парасимпатического отдела ВНС в регуляции сердечного ритма (табл.17). Обращало внимание увеличение индекса активации подкорковых центров.

Таблица 17

Показатели сердечного ритма у девушек младших курсов в состоянии покоя без семейной отягощенности по АГ с разным исходным вегетативным тонусом ( $M \pm m$ )

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич. (n=7)	нормотонич. (n=22)	ваготонич. (n=8)	2-1	2-3
RRNN, мс	663,3±5.9	825±10.00	953±17.3	0.0010	0.0000
SDNN, мс	37.68±4.92	56.1±2.75	68.4±3.84	0.001	0.015
rMSSD, мс	23.24±1.86	46.35±3.41	78.53±4.25	0.001	0.0002
pNN50, мс	2.19±0.81	12.06±1.01	25,74±1.65	0.001	0.0002
АМо, %	48.73±2.46	34.39±1.34	28.17±0.94	0.002	0.004
ИН, ед	172.5±12.75	77.6±5.62	44.08±3.8	0.001	0.0002
TP, мс <sup>2</sup>	2062±565	3243±426	9014±1165	0.09	0.0001
VLF, мс <sup>2</sup>	654.6±214	670±189	1212±172.8	0.74	0.006
LF, мс <sup>2</sup>	794±223	659±128	1403±231	0.23	0.002
HF, мс <sup>2</sup>	614±55.9	1882±239	7286±1324	0.001	0.0002
VLF, %	31.5±9.07	18.9±2.03	8.93±1.15	0.74	0.89
LF, %	29.27±2.26	20.45±1.62	21.59±2.34	0.28	0.21
HF, %	42.2±10.32	61.05±3.16	69.47±2.76	0.33	0.62
LF/ HF	2.74±0.84	0.98±0.09	0.86±0.16	0.09	0.18
ИАЦ, ед.	1.11±0.31	0.98±0.11	0.49±0.08	0.26	0.54
ИЦ, ед.	1.64±0.63	1.13±0.25	0.9±0.1	0.29	0.25

Примечание: n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3- различия между нормотониками и ваготониками

Исследование вариабельности сердечного ритма у юношей младших курсов с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от типа вегетативной регуляции показало следующее. У студентов со средним значением RRNN  $663,3 \pm 21,81$  мс («условно симпатотоники») выявлены низкие значения SDNN, rMSSD, pNN50, что указывало на активацию симпатического отдела ВНС. Значения АМо свидетельствовали об усилении гуморального канала регуляции. ИН был достаточно большим и указывал на централизацию управления сердечного ритма, что подтверждается и высокими значениями индекса

централизации. Мощность спектра была снижена во всех частотных диапазонах, однако доминировал VLF диапазон (табл.18). Однако, природа VLF колебаний остаётся дискуссионной [202].

Таблица 18

Показатели сердечного ритма у юношей младших курсов семейной отягощенностью по АГ с разным исходным вегетативным тонусом (M±m)

Показатели	Тип ВНС			p	
	симпатич.(1) (n=9)	нормотонич. (2). (n=25)	ваготонич. (3). (n=10)	2-1	2-3
RRNN,мс	630,29±21.81	785±8.91	966±15.12	0.0001	0.0000
SDNN, мс	27.09±5.16	33.9±1.65	43.8±3.12	0.09	0.004
rMSSD, мс	18.91±3.86	27.05±2.16	41.23±2.85	0.04	0.002
pNN50, мс	2.0±0.1	4.48±1.13	9,68±1.25	0.07	0.004
АМО,%	68.3±7.09	54.33±2.27	43.3±1.27	0.11	0.02
ИИ, ед	447.5±76.95	246.6±23.12	115.08±3.98	0.004	0.002
TP,мс <sup>2</sup>	951.8±68.7	941.4±97.38	2089±401	0.3	0.002
VLF, мс <sup>2</sup>	515.58±72.19	291.9±45.34	776±216	0.006	0.74
LF, мс <sup>2</sup>	261.5±43.15	319.79±58.39	786±160	0.0001	0.011
HF, мс <sup>2</sup>	174±28.94	303±52.06	941±161.5	0.008	0.0005
VLF,%	54.66±4.15	18.5±2.53	13.93±1.15	0.000	0.07
LF,%	26.6±3.26	28.25±2.65	22.7±2.34	0.7	0.11
HF,%	18.71±2.79	53.21±4.06	64.38±2.76	0.0001	0.09
LF/ HF	1.86±0.42	1.53±0.25	0.88±0.25	0.49	0.14
LF, nu	58.3±5.269	48.15±4.1	41.56±3.27	0.28	0.34
HF, nu	41.7±5.27	45.7±4.03	55.9±3.23	0.74	0.1
ИАЦ, ед.	0.73±0.22	1.9±0.21	2.85±0.35	0.000	0.09
ИЦ, ед.	5.74±1.02	3.95±1.27	0.71±0.02	0.000	0.26

Примечание: n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3- различия между нормотониками и ваготониками

По мнению ряда исследователей, сверхнизкочастотные колебания связаны с влиянием высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и отражают состояние нейрогуморального и метаболического уровня регуляции [16]. Показатель LF/ HF, отражающий суммарную активность вегетативных воздействий на сердечный ритм, свидетельствовал о преобладании симпатических влияний в данной группе (табл.18). Характерны высокие значения и индекса централизации (ИЦ).

Для *нормотонического* типа характерно снижение таких временных показателей как SDNN, rMSSD, pNN50, что может указывать на возрастание симпатических влияний в регуляции сердечного ритма. На усиление роли

гуморального канала в регуляции сердечного ритма в данной группе свидетельствует и увеличение значений АМо (табл.18). Характерным также является снижение мощности во всех частотных диапазонах, хотя доминировал HF. При этом вегетативный баланс (отношение LF/ HF) отклонялся в сторону преобладания симпатического отдела ВНС. Характерны высокие значения индекса централизации и индекса активации подкорковых центров.

*При ваготоническом типе* регуляции временные показатели SDNN, rMSSD, pNN50 больше соответствовали нормотоническому типу регуляции. Мощность спектральных показателей была практически одинаковой во всех частотных диапазонах, хотя в процентах существенно был выше HF домен (табл.18). Вегетативный баланс также (отношение LF/ HF) отклонялся в сторону преобладания парасимпатического отдела ВНС. Обращало внимание увеличение значения индекса активации подкорковых центров.

Исследование вариабельности сердечного ритма у девушек младших курсов с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от типа вегетативной регуляции показало следующее. У студенток со средним значением RRNN  $666.3 \pm 9.39$  мс (симпатотоники) выявлены низкие значения SDNN, rMSSD, pNN50, что можно трактовать как снижение вариабельности сердечного ритма в целом и преобладание симпатического отдела над парасимпатическим. Значение АМо указывало на усиление гуморальных влияний в регуляции сердечного ритма. Более низкие значение показателя SDNN у женщин по сравнению с мужчинами ( $p=0,04$ ) выявлены у лиц молодого возраста с АГ [195]. Характерно снижение мощности спектра во всех частотных диапазонах, особенно LF домена (табл.19). Более высокие значения мощности спектра в диапазоне низких частот (LF) также выявлены у больных ГБ мужского пола по сравнению с женщинами [143, 195]. Характерно отчетливое преобладание VLF домена, выраженного в процентах, что, вероятно, отражает большую активность центрального контура регуляции. На возрастание роли центрального контура регуляции указывают и значения индекса централизации (ИЦ).

В группе «нормотоников» большая часть временных показателей была в пределах общепринятых норм. Обращало внимание увеличение индекса напряжения, что указывает на усиление центрального контура регуляции в регуляции СР. В спектре сердечного ритма преобладали HF волны. На возрастание роли центрального контура регуляции указывают значения индекса активации подкорковых центров и ИЦ.

Основные временные показатели (SDNN, rMSSD, pNN50) в группе со средним значением  $1003 \pm 20.3$  мс отражали влияние парасимпатического отдела ВНС. Вместе с тем распределение процентных вкладов VLF, LF и HF было практически одинаковым (табл.19). Вегетативный баланс все отклонялся в сторону преобладания парасимпатического отдела ВНС.

Таблица 19

Показатели сердечного ритма девушек младших курсов с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M $\pm$ m)

Показатели	Тип ВНС			P	
	симпатич. (1) (n=13)	нормотонич.(2) (n=23)	ваготонич. (3). (n=13)	2-1	2-3
RRNN, мс	666,3 $\pm$ 9.39	776 $\pm$ 9.10	1003 $\pm$ 20.3	0.0000	0.0000
SDNN, мс	23.84 $\pm$ 1.92	45.1 $\pm$ 3.65	56.4 $\pm$ 3.84	0.00001	0.022
rMSSD, мс	17.24 $\pm$ 1.86	41.35 $\pm$ 4.41	57.53 $\pm$ 3.25	0.0005	0.0008
pNN50, мс	0.58 $\pm$ 0.21	9.46 $\pm$ 1.91	17,4 $\pm$ 1.35	0.0004	0.005
ИИ, ед	418.5 $\pm$ 57.75	211.6 $\pm$ 24.62	66.8 $\pm$ 7.8	0.00003	0.002
TP, мс <sup>2</sup>	1042 $\pm$ 147	4089 $\pm$ 808	6788 $\pm$ 1079	0.004	0.018
VLF, мс <sup>2</sup>	462 $\pm$ 76	764 $\pm$ 139	2382 $\pm$ 653.8	0.34	0.001
LF, мс <sup>2</sup>	82 $\pm$ 23	792 $\pm$ 183	1117 $\pm$ 174	0.00005	0.022
HF, мс <sup>2</sup>	285 $\pm$ 54.3	2532 $\pm$ 547	3289 $\pm$ 434	0.0005	0.05
VLF, %	52.5 $\pm$ 4.07	22.19 $\pm$ 2.33	35.93 $\pm$ 3.15	0.0003	0.001
LF, %	26.27 $\pm$ 3.26	19.45 $\pm$ 1.62	25.59 $\pm$ 1.34	0.0000	0.008
LF/ HF	1.54 $\pm$ 0.24	2.08 $\pm$ 0.4	0.74 $\pm$ 0.09	0.8	0.027
ИИЦ, ед.	0.65 $\pm$ 0.14	1.78 $\pm$ 0.31	1.023 $\pm$ 0.14	0.007	0.004
ИЦ, ед.	5.09 $\pm$ 0.93	2.53 $\pm$ 0.45	1.84 $\pm$ 0.27	0.0001	0.45

*Примечание:* n-количество испытуемых, 1-3 различия между симпатотониками и ваготониками, 2-3 различия между нормотониками и ваготониками

Сравнительный анализ показателей ВСР у юношей с одинаковым типом ВНС в зависимости от семейной отягощенности по АГ показал следующее. Группы с симпатическим типом регуляции не различались по среднему значению длительности кардиоинтервалов, pNN50 и VLF. По другим временным и спектральным показателям выявлены достоверные различия

между здоровыми студентами (юноши) и здоровыми студентами с семейной отягощенностью по АГ (табл.20). Обращает внимание достоверное уменьшение значений SDNN, RMSSD и увеличение АМО, что указывает на усиление симпатических влияний на сердечный ритм у студентов с семейной отягощенностью. На усиление центральных влияний в регуляции сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью также указывают и достоверно большие значения индекса напряжения (табл. 20).

Таблица 20

Показатели ВСР у здоровых юношей и клинически здоровых юношей с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с симпатическим типом ВНС

Показатели	Риск по АГ		P
	здоровые (n=11)	СО (n=9)	
RRNN,мс	654,3±11.9	630,29±21.81	0.96
SDNN, мс	43.84±4.92	27.09±5.16	0.01
rMSSD, мс	29.24±3.86	18.91±3.86	0.034
pNN50, мс	4.95±1.1	2.0±0.1	0.15
АМО,%	44.73±3.16	68.3±7.09	0.05
ИИ, ед	184.5±22.75	447.5±76.95	0.017
TP,мс <sup>2</sup>	1698±465	951.8±68.7	0.13
VLF, мс <sup>2</sup>	209±76	515.58±72.19	0.086
LF, мс <sup>2</sup>	389±101	261.5±43.15	0.42
HF, мс <sup>2</sup>	1099±335	174±28.94	0.005
VLF,%	15.5±3.07	54.66±4.15	0.0000
LF,%	26.27±2.26	26.6±3.26	0.84
HF,%	58.22±4.72	18.71±2.79	0.0001
LF/ HF	1.84±0.34	1.86±0.42	0.96
ИАЦ, ед.	2.11±0.31	0.73±0.22	0.004
ИЦ, ед.	0.94±0.23	5.74±1.02	0.000

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

У студентов с семейной отягощенностью по сравнению со студентами без семейной отягощенности изменяется и мощность спектральных составляющих сердечного ритма. Общая мощность спектра снижается, меняется структура спектра, а преобладающим становится VLF домен. У здоровых студентов, без отягощенности по АГ, доминирующим является HF домен. Симпто-ваганальный баланс существенно не изменяется.

Группы с нормотоническим типом регуляции также достоверно различались по большинству временных и спектральных показателей сердечного ритма. Для

студентов с семейной отягощенностью характерно уменьшение SDNN, RMSSD, что указывает на уменьшение парасимпатических влияний. Одновременно усиливается роль гуморальных влияний, о чем свидетельствует увеличение АМо (табл. 21).

Таблица 21

Показатели ВСР у здоровых юношей младших курсов и юношей с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с нормотоническим типом ВНС

Показатели	Риск		P
	здоровые (n=24)	СО по АГ(n=29)	
RRNN, мс	801±10.00	785±8.91	0.29
SDNN, мс	65.1±3.15	33.9±1.65	0.0000
rMSSD, мс	54.35±2.41	27.05±2.16	0.000
pNN50, мс	14.06±1.01	4.48±1.13	0.0001
АМО, %	31.39±1.4	54.33±2.27	0.0003
ИН, ед	73.6±5.62	246.6±23.12	0.0000
TP, мс <sup>2</sup>	3343±326	941.4±97.38	0.0002
VLF, мс <sup>2</sup>	438±89	291.9±45.34	0.0001
LF, мс <sup>2</sup>	663±83	319.79±58.39	0.000
HF, мс <sup>2</sup>	2282±252	303±52.06	0.0004
VLF, %	11.9±1.33	18.5±2.53	0.24
LF, %	19.45±1.62	28.25±2.65	0.007
HF, %	67.05±1.16	53.21±4.06	0.029
LF/ HF	0.89±0.09	1.53±0.25	0.12
ИАЦ, ед.	0.98±0.11	1.9±0.21	0.92
ИЦ, ед.	0.53±0.05	3.95±1.27	0.005

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

Существенно возрастает роль центрального канала регуляции, что подтверждается достоверным увеличением ИН. Это отражает тенденцию к превалированию центрального контура регуляции. Наблюдалось снижение абсолютных значений VLF, LF доменов и особенно HF домена, при росте отношения LF/ HF (табл.21). Более высокое соотношение симпатических и вагусных влияний на синусовый ритм (отношение LF/HF), у мужчин практически в два раза выше, чем у женщин ( $p=0,003$ ) было обнаружено в исследовании Гимаева Р.Х. с соавт. [34]. Авторы отмечают преобладающее влияние симпатической нервной системы на сердце у больных АГ мужского пола по сравнению с женщинами. Аналогичные тенденции в различиях временных и спектральных показателях у больных с артериальной гипертензией установлены

и в других работах [134, 139]. В большей степени происходит достоверное увеличение показателя LF,%, отражающего в большей степени активность СНС.

Анализ временных и спектральных показателей у студентов (мужчин) в группах с ваготоническим типом регуляции выявил уменьшение величины SDNN, RMSSD, что отражает снижение общей вариабельности сердечного ритма у лиц с семейной отягощенностью по АГ. Также характерно усиление роли гуморальных влияний, что подтверждается большими значениями АМо в данной группе (табл.22).

Таблица 22

Показатели ВСП у здоровых юношей и студентов (юношей) с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с ваготоническим типом ВНС

Показатели	Риск по АГ		P
	контроль (n=10)	СО(n=17)	
RRNN,мс	997±12.3	966±15.12	0.14
SDNN, мс	72.4±3.84	43.8±3.12	0.0000
rMSSD, мс	69.53±4.25	41.23±2.85	0.0003
pNN50, мс	22,74±1.35	9,68±1.25	0.0000
АМо, %	26.17±1.24	43.3±1.27	0.0000
ИН, ед	44.08±3.8	115.08±3.98	0.0000
TP, мс <sup>2</sup>	4014±480	2089±401	0.003
VLF, мс <sup>2</sup>	322±42.8	776±216	0.004
LF, мс <sup>2</sup>	866±134	786±160	0.058
HF, мс <sup>2</sup>	2861±134	941±161.5	0.01
VLF, %	8.93±1.15	13.93±1.15	0.74
LF, %	21.59±2.34	22.7±2.34	0.67
HF, %	69.47±2.76	64.38±2.76	0.82
LF/ HF	0.86±0.16	0.88±0.25	0.60
ИАЦ, ед.	2.83±0.36	2.85±0.35	0.85
ИЦ, ед.	0.4±0.07	0.71±0.02	0.82

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

Возрастает долевым вклад VLF домена, при снижении вклада HF, что отражает отчетливое усиление центральных влияний.

При сравнении временных и спектральных показателей у лиц женского пола с *симпатическим типом регуляции* также отмечено уменьшение значений SDNN, RMSSD и одновременное увеличение АМо с

ИН, что позволяет сделать вывод о формировании преобладания симпатического компонента над парасимпатическим (табл.23).

Таблица 23

Показатели ВСП у здоровых студентов (девушки) и студентов (девушки) с СО по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с симпатическим типом ВНС

Показатели	Риск по АГ		P
	здоровые (n=19)	СО(n=23)	
RRNN,мс	663,3±5.9	666,3±9.39	0.7
SDNN, мс	37.68±4.92	27.09±5.16	0.01
rMSSD, мс	23.24±1.86	18.91±3.86	0.07
pNN50, мс	2.19±0.81	2.0±0.1	0.1
АМО,%	48.73±2.46	68.3±7.09	0.07
ИН, ед	172.5±12.75	447.5±76.95	0.01
TP,мс <sup>2</sup>	2062±565	951.8±68.7	0.29
VLF, мс <sup>2</sup>	654.6±214	515.58±72.19	0.7
LF, мс <sup>2</sup>	794±223	261.5±43.15	0.01
HF, мс <sup>2</sup>	614±55.9	174±28.94	0.03
VLF,%	31.5±9.07	54.66±4.15	0.23
LF,%	29.27±2.26	26.6±3.26	0.87
HF,%	42.2±10.32	18.71±2.79	0.87
LF/ HF	2.74±0.84	1.86±0.42	0.24
ИАЦ, ед.	1.11±0.31	0.73±0.22	0.29
ИЦ, ед.	1.64±0.63	5.74±1.02	0.87

Примечание: n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

Сопоставление спектральных характеристик ВСП также подтверждает это предположение. Существенно увеличивается долевым вклад VLF домена, при снижении вклада HF, но при этом долевым вклад LF существенно не изменяется.

При сравнении групп *с нормотоническим типом* регуляции у студенток по средним временным и спектральным показателям выявлены достоверные различия по большинству показателей СП (табл. 24). При этом у студенток с семейной отягощенностью по АГ наблюдается уменьшение значений SDNN, RMSSD и одновременное увеличение АМО с индексом напряжения, что свидетельствует о снижении активности парасимпатического отдела ВНС. Достоверных изменений абсолютных значений спектральных показателей не выявлено, но в то же время обнаружены достоверные различия процентных соотношений спектральных характеристик ВРС.

Таблица 24.

Показатели ВСР у здоровых студентов (девушки) и студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с нормотоническим типом ВНС

Показатели	Риск по АГ		Р
	здоровые (n=19)	СО (n=23)	
RRNN, мс	825±10.00	776±9.10	0.0022
SDNN, мс	56.1±2.75	45.1±3.65	0.019
rMSSD, мс	46.35±3.41	41.35±4.41	0.1
pNN50, мс	12.06±1.01	9.46±1.91	0.11
АМО, %	34.39±1.34	43.39±2.4	0.02
ИН, ед	77.6±5.62	211.6±24.62	0.006
TP, мс <sup>2</sup>	3243±426	4089±808	0.8
VLF, мс <sup>2</sup>	670±189	764±139	0.36
LF, мс <sup>2</sup>	659±128	792±183	0.38
HF, мс <sup>2</sup>	1882±239	2532±547	0.67
VLF, %	18.9±2.03	22.19±2.33	0.35
LF, %	20.45±1.62	19.45±1.62	0.001
HF, %	61.05±3.16	37.05±3.16	0.01
LF/ HF	0.98±0.09	2.08±0.4	0.12
ИАЦ, ед.	0.98±0.11	1.78±0.31	0.02
ИЦ, ед.	1.13±0.25	2.53±0.45	0.01

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми студентами и группой с семейной отягощенностью

Так, существенно уменьшалась доля HF и одновременно увеличивалась процент VLF. На фоне роста VLF снижалась доля LF. Увеличение доли VLF можно рассматривать как усиление центральных влияний на СР. Это подтверждает данные о более высоком уровне симпатической активности у мужчин [195, 223] и эмоциональной натуре женщин. На усиление центральных влияний в регуляции СР у студенток с семейной отягощенностью также указывает и рост индекса централизации и индекса активации подкорковых центров.

В группах с ваготоническим типом регуляции также были достоверные различия в показателях ВСР у студентов с семейной отягощенностью по АГ по сравнению со студентами без семейной отягощенности. У студенток с семейной отягощенностью по АГ достоверно отличались значения SDNN, RMSSD, pNN50 и ИН (табл.25).

Из спектральных показателей различия были в величине мощности VLF, LF и HF. Снижение величины SDNN, RMSSD свидетельствуют о снижении

общей вариабельности сердечного ритма. Увеличение АМо указывает на усиление гуморального канала регуляции СР

Таблица 25

Показатели ВСР у здоровых студентов (девушки) и студенток с СО по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с ваготоническим типом ВНС

Показатели	Риск по АГ		P
	здоровые (n=8)	СО (n=13)	
RRNN, мс	953±17.3	1003±20.3	0.16
SDNN, мс	68.4±3.84	56.4±3.84	0.05
rMSSD, мс	78.53±4.25	57.53±3.25	0.012
pNN50, мс	25,74±1.65	17,4±1.35	0.009
АМо, %	28.17±0.94	37.7±1.24	0.002
ИН, ед	44.08±3.8	66.8±7.8	0.05
TP, мс <sup>2</sup>	9014±1165	6788±1079	0.4
VLF, мс <sup>2</sup>	1212±172.8	2382±653.8	0.091
LF, мс <sup>2</sup>	1403±231	1117±174	0.69
HF, мс <sup>2</sup>	7286±1324	3289±434	0.02
VLF, %	8.93±1.15	35.93±3.15	0.002
LF, %	21.59±2.34	25.59±1.34	0.08
HF, %	69.47±2.76	39.47±2.76	0.044
LF/ HF	0.86±0.16	0.74±0.09	0.85
ИАЦ, ед.	0.49±0.08	1.023±0.14	0.01
ИЦ, ед.	0.9±0.1	1.84±0.27	0.05

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

Увеличение доли VLF домена у студентов с семейной отягощенностью указывает на возрастание роли центрального канала в регуляции сердечного ритма. Причем доля VLF становится больше чем LF. Однако, доминирующим сохраняется HF домен (табл.25).

Анализ показателей ВСР у студентов старших курсов (юноши) с СО и здоровыми студентами той же возрастной группы с симпатическим типом регуляции в показал следующее (табл. 26). У студентов с семейной отягощенностью были достоверно меньшие значения SDNN, rMSSD, а АМо была больше по сравнению с контрольной группой, что указывает на усиление симпатических влияний в рамках регуляции сердечного ритма. Для студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии также характерна централизация в управлении сердечным ритмом, на что указывают более высокие значения ИН (табл. 26).

Таблица 26

Показатели ВСП у студентов старших курсов (юноши) в зависимости от семейной отягощенности по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с симпатическим типом ВНС

Показатели	Риск		P
	здоровые (n=8)	СО (n=9)	
RRNN, мс	651,3±9.39	635,3±12.39	0.26
SDNN, мс	43.4±1.92	29.4±4.92	0.023
rMSSD, мс	30.24±1.86	21.24±1.86	0.039
pNN50, мс	5.58±1.21	2.58±1.21	0.038
АМО, %	43.73±2.91	56.73±2.91	0.039
ИН, ед	161.5±17.75	293.5±42.75	0.039
TP, мс <sup>2</sup>	1556±311	2257±774	0.71
VLF, мс <sup>2</sup>	134±39.6	1050±439.6	0.002
LF, мс <sup>2</sup>	519.6±123	584.6±153	0.49
HF, мс <sup>2</sup>	909±202.3	623±202.3	0.22
VLF, %	11.5±3.07	46.5±3.07	0.001
LF, %	29.97±3.26	40.27±3.26	0.0008
HF, %	59.22±6.72	13.22±1.72	0.003
LF/ HF	2.35±0.05	3.43±0.44	0.001
ИАЦ, ед.	2.18±0.45	3.43±0.52	0.04
ИЦ, ед.	0.91±0.1	3.12±0.51	0.003

*Примечание:* n-количество испытуемых, p- различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

Тенденция к централизации в управлении сердечного ритма подтверждается и доминированием VLF домена в спектре сердечного ритма по сравнению со здоровыми лицами без СО (табл. 26). Интересно отметить, что у здоровых доминировали значения HF. В группах с нормотоническим типом регуляции достоверных различий структуре сердечного ритма между лицами с СО по АГ (юноши) и без нее достоверных различий не выявлено.

При доминировании парасимпатического отдела достоверные различия между основной (семейная отягощенность по АГ) и контрольной группой среди лиц мужского пола выявлены как по временным, так и по спектральным показателям сердечного ритма (табл. 27). Для студентов с СО по АГ характерно снижение значений SDNN, rMSSD, pNN50, что можно трактовать как снижение ВСП в целом, но это не позволяет утверждать об уменьшении парасимпатических влияний, так как HF, % продолжает доминировать в структуре сердечного ритма (Табл. 27).

Таблица 27

Показатели ВСР у студентов старших курсов (юноши) в зависимости от семейной отягощенности по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с ваготоническим типом ВНС

Показатели	Риск по АГ		P
	здоровые (n=10)	СО (n=10)	
RRNN, мс	988±25.3	988±133	0.93
SDNN, мс	60.4±3.84	43.4±3.47	0.004
rMSSD, мс	57.53±5.25	42.53±2.25	0.005
pNN50, мс	17,4±2.35	10,4±1.55	0.005
АМО, %	32.7±1.84	43.7±3.84	0.008
ИН, ед	54.8±4.8	114.8±20.08	0.002
TP, мс <sup>2</sup>	7190±621	3051±782	0.001
VLF, мс <sup>2</sup>	1964±367.8	926±397.8	0.01
LF, мс <sup>2</sup>	1411±164	647±221	0.004
HF, мс <sup>2</sup>	3829±434	1447±202	0.0008
VLF, %	27.13±3.15	22.13±6.15	0.018
LF, %	20.59±1.34	19.59±1.34	0.008
HF, %	52.47±2.76	58.01±6.76	0.28
LF/ HF	1.34±0.2	0.84±0.09	0.082
ИАЦ, ед.	0.88±0.14	2.18±0.67	0.06
ИЦ, ед.	1.07±0.27	0.93±0.25	0.24

*Примечание:* n-количество испытуемых, p- различия между здоровыми студентами и группой с семейной отягощенностью по АГ

Для студентов с семейной отягощенностью также характерно как снижение общей мощности спектра, так и снижение мощности спектра во всех частотных диапазонах.

Анализ структуры сердечного ритма у студенток старших курсов с СО по АГ показал следующее. У лиц с семейной отягощенностью по АГ временные показатели ВСР (SDNN, rMSSD, pNN50) свидетельствуют о снижении вагусной активности в отношении сердца и доминировании симпатических механизмов по сравнению с лицами без семейной отягощенности (табл. 28). При этом статистически значимых различий в долевых вкладах VLF и LF не выявлено, хотя их мощность у лиц с отягощенностью по АГ была меньше. Вместе с тем обращают на себя внимание достоверно более низкие значения мощности спектра в HF диапазоне у лиц с семейной отягощенностью, что также отражает сдвиг вегетативного баланса в сторону усиления симпатического контура регуляции сердечной деятельности.

Таблица 28

Показатели ВСП у студентов старших курсов (девушки) в зависимости от семейной отягощенности по артериальной гипертензии ( $M \pm m$ ) с симпатическим типом ВНС

Показатели	Риск по АГ		P
	здоровые (n=5)	СО (n=11)	
RRNN,мс	662,3±8.39	648,3±10.39	0.15
SDNN, мс	39.4±4.54	31.4±4.92	0.065
rMSSD, мс	26.8±1.86	20.24±1.86	0.023
pNN50, мс	3.38±1.21	1.28±0.62	0.021
АМО,%	50.73±4.31	60.73±5.91	0.065
ИН, ед	191.5±37.75	338.5±107.1	0.033
TP,мс <sup>2</sup>	2770±611	1863±374	0.15
VLF, мс <sup>2</sup>	991±139.6	660±191.6	0.15
LF, мс <sup>2</sup>	870.6±367	640.6±153	0.57
HF, мс <sup>2</sup>	909±202.3	562±202.3	0.033
VLF,%	38.75±3.07	39.05±7.07	0.88
LF,%	26.97±5.26	35.27±7.26	0.8
HF,%	34.22±4.72	25.72±5.72	0.016
LF/ HF	2.64±1.14	5.34±1.44	0.96
ИАЦ, ед.	0.75±0.14	1.43±0.42	0.11
ИЦ, ед.	2.21±0.4	4.15±0.91	0.65

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми и группой с семейной отягощенностью

При сравнении групп с **нормотоническим** типом вегетативной регуляции достоверные различия выявлены только по среднему значению RRNN интервалов ( $648.3 \pm 10.39$ мс против  $662.3 \pm 8.39$ мс в контрольной группе,  $p=0.006$ ). На снижение активности парасимпатической нервной системы в регуляции сердечного ритма у лиц с семейной отягощенностью по АГ указывают и достоверно меньшие значения мощности в HF диапазоне ( $2074.6 \pm 405$  мс<sup>2</sup> против  $2649 \pm 526$  мс<sup>2</sup> в контрольной группе,  $p=0.047$ ).

Существенно не различались показатели ВСП в группах с ваготоническим типом регуляции. Вместе с тем такие временные показатели как SDNN, rMSSD, pNN50, были меньше, а АМО и ИН были больше в группе с наследственной отягощенностью по АГ, что можно рассматривать как тенденцию к усилению симпатических и центральных механизмов регуляции сердечного ритма. В спектре сердечного ритма обращает на себя внимание также более высокий уровень очень медленного диапазона (VLF), при этом мощность LF и HF в общем спектре у лиц с семейной отягощенностью была ниже по сравнению с

группой контроля. Данные изменения в структуре сердечного ритма у лиц с семейной отягощенностью отражают тенденцию к превалированию центрального контура регуляции.

Сравнительный анализ изменений в структуре сердечного ритма у мужчин младших и старших курсов с симпатикотонией показал следующее. Индекс напряжения был достоверно больше у студентов младших курсов ( $447,5 \pm 76.95$  усл. ед. против  $293.5 \pm 42.75$  усл.ед.,  $p=0.017$ ). Однако, если на младших курсах в структуре сердечного ритма доминировали только VLF волны, то на старших курсах существенно возросла и доля LF ( $26.6 \pm 3.26\%$  против  $40.27 \pm 3.26\%$  у старшекурсников,  $p=0.003$ ), что указывает на более высокий уровень активности вазомоторного центра и симпатических влияний. Обращает также внимание и снижение доли HF на старших курсах (с  $18.7 \pm 2.79\%$  до  $13.22 \pm 1.72\%$  у старшекурсников,  $p=0.0001$ ).

Студенты (юноши) старших и младших курсов с семейной отягощенностью по АГ при нормотоническим типе регуляции также имели достоверные различия по большинству как временных, так и спектральных показателей СР. Если у студентов младших курсов доминировал HF диапазон ( $53.2 \pm 4.08\%$  против  $22.98\%$  у старшекурсников,  $p=0.0006$ ), то на старших курсах существенно возрастает доля LF домена (с  $28.25 \pm 2.62\%$  до  $46.75 \pm 6.31\%$  на старших курсах,  $p=0.012$ ). Также обращает на себя внимание возрастание доли VLF в общем спектре (VLF%) у старшекурсников (с  $18.53 \pm 2.95\%$  до  $30.26 \pm 6.33\%$ ,  $p=0.012$ ). Более высокое соотношение симпатических и вагусных влияний на синусовый ритм (отношение LF/HF было больше у мужчин, чем у женщин,  $p=0,003$ ) показано в исследовании Гимаева Р.Х. с соавт. [34]. Характер сдвигов в структуре сердечного ритма также показывают изменения LF и HF, выраженные в нормализованных единицах (LFnu и Hfnu). Если на младших курсах LFnu и Hfnu составляли  $48.11 \pm 4.18$  и  $45.68 \pm 4.08$ , то на старших –  $69.47 \pm 8.67$  и  $30.53 \pm 8.66$ ,  $p=0.06$  и  $p=0.035$  соответственно), что указывает на увеличение напряжения регуляторных систем.

Достоверных различий между младшими и старшими студентами

(юноши) с семейной отягощенностью по АГ с ваготоническим типом регуляции не выявлено, однако, наблюдается тенденция к усилению симпатических и центральных влияний. Это подтверждается увеличением вклада VLF с  $11.86\pm 4.26\%$  на младших курсах до  $24.11\pm 7.2$  на старших курсах, а также снижением доли HF с  $66.42\pm 5.19$  до  $52.01\pm 7.83\%$  соответственно. Об усилении активности центральных влияний в регуляции сердечной деятельности свидетельствует и рост индекса централизации (с  $0.67\pm 0.21$  усл.ед. до  $1.46\pm 0.45$  усл. ед. на старших курсах).

Анализ изменения параметров ВСР у лиц женского пола в динамике учебного процесса показал следующее. Характерной особенностью изменений при симпатикотонии является снижение долевого вклада HF домена (с  $23.4\pm 285\%$  на младших курсах до  $12.06\pm 2,3\%$  на старших). Достоверно увеличивается вклад LF (с  $26.8\pm 2.85\%$  до  $42.8\pm 8.2\%$  на старших курсах,  $p=0,019$ ), что указывает на более высокую активность вазомоторного центра и симпатических влияний. Это подтверждается изменением соотношения LF и HF. Если на младших курсах LFnu и HFnu составляли  $52.61\pm 4.38$  и  $47.38\pm 4.38$ , то на старших-  $73.47\pm 6.14$  и  $26.53\pm 6.16$ ,  $p=0.01$  и  $p=0.014$  соответственно. При росте симпатической активности, о чем свидетельствует низкочастотная составляющая, одновременно происходит и усиление центральных влияний. На это указывает достоверный рост индекса централизации (с  $4.66\pm 0.99$  усл. ед. до  $9.81\pm 1.94$  усл. ед.,  $p=0.01$ ) на старших курсах.

При сравнении показателей ВСР у лиц женского пола на младших и старших курсах при нормотонии выявлены следующие закономерности. На старших курсах у студенток наблюдается сдвиг симпато-парасимпатического баланса - ослабление парасимпатического и доминирование симпатического, это подтверждается достоверным ростом AMo (с  $30,39\pm 3,87\%$  до  $42,56\pm 2,68 \%$ ,  $p=0.027$ ), снижением SDNN (с  $67.23$  мс до  $45,49\pm 3,48$  мс,  $p=0.027$ ) и более высокими значениями ИН (с  $66,9\pm 14,2$  усл. ед. до  $130,3\pm 14,23$  усл. ед.,  $p=0.36$ ) у студенток старших курсов. Обращает на себя внимание достоверное снижение мощности во всех частотных диапазонах у старшекурсниц. При этом долевы

вклады VLF, LF, HF изменялись не существенно.

При сравнении показателей ВСР у лиц женского пола на младших и старших курсах при ваготонии выявлены следующие закономерности. Не выявлено достоверных различий в изменении временных показателей сердечного ритма. Анализ данных спектральной функции ВСР позволил выявить достоверное снижение доли LF компонента (с  $15.61 \pm 0.86\%$  на младших курсах до  $11.11 \pm 0.9\%$ ,  $p=0.04$ ) на старших курсах, а также увеличение доли HF (с  $53.97\% \pm 3.19$  до  $66.71 \pm 0.79\%$ ,  $p=0.03$ ). Можно предположить, что формируется относительное преобладание парасимпатического компонента над симпатическим. При этом мощность во всех частотных диапазонах снижается у старшекурсниц.

Таким образом, значимые различия показателей центральной гемодинамики у девушек-симпатотоников с СО начинают выявляться уже на младших курсах (АДД по сравнению со здоровыми выше,  $p=0.047$ ). Значимые отличия между нормотониками и симпатониками, так и между нормотониками и ваготониками у девушек выявляются на старших курсах. В отличие от девушек, у юношей с семейной отягощенностью достоверные различия в показателях гемодинамики в зависимости от исходного вегетативного тонуса обнаруживаются только на старших курсах. Причем у ваготоников, как у юношей, так и у девушек, АДС, ОПСС достоверно выше, а МОК и СИ меньше по сравнению с нормотониками и симпатотониками.

Типичным для студентов с семейной отягощенностью является смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических и центральных влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы, что следует из увеличения АМО, ИН, вклада LF и VLF. В то же время у здоровых в структуре спектра ( $p=0.005$ ) доминировал HF компонент. У девушек младших курсов с нормотоническим типом регуляции с семейной отягощенностью доля LF была больше LF, а у лиц мужского пола той же возрастной группы наоборот, LF больше VLF, что подтверждает более высокую симпатическую активность у юношей. У девушек-ваготоников, так же как и юношей, доминировал HF

домен, но доля VLF была больше LF, что указывает на тенденцию к централизации в управлении сердечным ритмом. Смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических и, в особенности, центральных влияний (увеличиваются долевые вклады LF и VLF-волн у студентов обоего пола) продолжается и на старших курсах. У девушек – ваготоников, в отличие от юношей, на старших курсах происходит усиление парасимпатических влияний (увеличение мощности HF-волн), но также усиливаются и центральные влияния (увеличение доли VLF – волн).

### **3.2. Особенности центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии при функциональных нагрузках**

#### *3.2.1. Особенности реакции центральной гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью на экзаменационный стресс*

Стрессоустойчивость является необходимым качеством, позволяющим сохранить физическое и психическое здоровье людей [22]. В качестве модели психоэмоционального стресса широко используется экзаменационный стресс [7]. В качестве объективных методов в настоящее время используют реакцию гемодинамики изменения вариабельности сердечного ритма [31, 125, 251].

Во время подготовки по билету у юношей младших курсов с семейной отягощенностью с доминированием симпатического отдела ВНС происходит достоверное увеличение АДС ( $p=0.002$ ), АДД ( $p=0.00009$ ). У здоровых, с этим же типом регуляции, увеличивается только АДД (табл. 29). Ударный объем крови, в отличие от здоровых, не увеличивается, а снижается ( $p=0,032$ ). Вегетативное обеспечение деятельности идет исключительно за счет увеличения ЧСС. Не выявлено достоверных корреляционных связей ЧСС с АДС и УПС.

У здоровых, с этим же типом регуляции, выявлена достоверная корреляционная связь ЧСС с АДД ( $r=0,4$ ;  $p=0,0001$ ), ОПСС ( $r=-0,52$ ;  $p=0,034$ ).

У студентов с СО, но с доминированием парасимпатического отдела ВНС (табл. 31) в наибольшей степени, как и у здоровых, изменяется систолическое артериальное давление ( $p=0,0002$ ) и в меньшей степени ЧСС ( $p=0,014$ ). По-видимому, увеличение МОК происходит только за счет увеличения ЧСС, УПС практически не меняется. У них выявлена достоверная корреляционная связь ЧСС с АДС ( $r=0,66$ ;  $p=0,01$ ), АДД ( $r=0,56$ ;  $p=0,039$ ) и отрицательная - с УПС ( $r=-0,56$ ;  $p=0,038$ ).

Таблица 29

Показатели центральной гемодинамики у здоровых студентов (юноши) младших курсов с семейной отягощенностью по АГ в исходном состоянии (1) и во время подготовки по билету (2) с доминированием симпатического отдела ВНС ( $M \pm m$ )

Показатели	Состояние		p
	1 (n=32)	2 (n=128)	
АДС, мм рт. ст	124±1,3	145±3,63	0,002
АДД, мм рт. ст	71±0,9	87,3±1,54	0,00009
ЧСС, уд/мин	81±0,8	101±2,9	0,0007
ДП, усл. ед	101±1,59	146,4±5,04	0,0002
УОК, мл	74,4±1,2	65±2,4	0,031
МОК, мл/мин	5977±92	6520±211	0,14
ПД, мм рт. ст	51±1,04	62,8±2,23	0,01
СрГД, мм рт. ст	88,4±0,74	106,5±1,75	0,00005
УИ, л/мин/м <sup>2</sup>	39,5±0,88	35,63±0,14	0,23
СИ, л/мин	3,2±0,08	3,57±0,13	0,23
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	28,5±0,72	30,4±1,03	0,4
АП, балл	2,34±0,03	2,95±0,06	0,0002

*Примечание:* различия между фоном (1) и подготовкой по билету(2).

Корреляционная связь между ЧСС и ОПСС свидетельствует, что достаточно большую роль в формировании гемодинамики играет общее периферическое сопротивление [18].

У здоровых студентов с этим же типом регуляции достоверных корреляционных связей ЧСС с АДС, АДД, УПС не было (табл. 30). Достоверных различий по АДС, АДД, ударному индексу в зависимости от типа регуляции не было, но УПС существенно было больше у студентов с доминированием парасимпатического отдела ВНС ( $39.5 \pm 1,97$  дин×с<sup>-1</sup>×см<sup>-5</sup> против  $30.4 \pm 1,03$  дин×с<sup>-1</sup>×см<sup>-5</sup>,  $p=0,01$ ).

В целом, АП сердечно-сосудистой системы был ниже у студентов с доминированием парасимпатического отдела ВНС ( $2.69 \pm 0,1$  усл.ед. против  $2.95 \pm 0,06$  усл. ед. у парасимпатотоников,  $p=0.02$ ).

Таблица 30

Связь ЧСС с другими изучаемыми параметрами гемодинамики у юношей с семейной отягощенностью по АГ. Корреляционный анализ Спирмена.

Во время подготовки по билету						
Показатели	симпатотоники			парасимпатотоники		
	АДС	АДД	ОПСС	АДС	АДД	ОПСС
ЧСС <sub>здор</sub>		r=0,4; p=0,001	r=-0,52; p=0,03	-	-	-
ЧСС <sub>со</sub>	-	-	-	r=0,66; p=0,01	r=0,564; p=0,039	r=-0,56; p=0,038

*Примечание:* ЧСС<sub>здор</sub> - частота сердечных сокращений у лиц отягощенности по АГ, ЧСС<sub>со</sub> - частота сердечных сокращений у лиц с семейной отягощенностью по АГ

Во время ответа по билету юноши с семейной отягощенностью достоверно различались по АДС (p=0,036), ЧСС (p=0,00001), УОК (p=0,0004), ПД (p=0,0003), УПС (p=0,000) в зависимости от типа вегетативной регуляции (табл. 31).

Таблица 31

Показатели центральной гемодинамики у младших курсов с семейной отягощенностью по АГ во время ответа по билету в зависимости от доминирования отдела ВНС (M±m)

Показатели	Тип ВНС		P
	парасимпатический (n=21)	симпатический (n=118)	
АДС, мм рт. ст	147,9±2,67	157,3±2,9	0.036
АДД, мм рт. ст	96,8 ±1,8	91,1±2,2	0.08
ЧСС, уд/мин	88±2,9	108,8±2,67	0.00001
ДП, усл. ед	130,6±5,4	171,8±6,32	0.00005
УОК, мл	57±2	68±1,9	0.0004
МОК, мл/мин	4953±186	7380±253,7	0.000
ПД, мм рт. ст	51±2,7	66,19±2,42	0.0003
СрГД, мм рт. ст	114±1,7	113±2,2	0.64
УИ, л/мин/м <sup>2</sup>	33,2±1,5	38,95±1,23	0.006
СИ, л/мин	2,9±0,1	4,22±0,145	0.000
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	40,05±1,93	27,48±1,07	0.000
АП, балл	2,8±0.08	3,2±0,07	0.0000

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между симпатотониками и ваготониками

В то же время у практически здоровых, без семейной отягощенности, достоверных различий по АДС, АДД, УО в зависимости от типа вегетативной не было.

У лиц с доминированием симпатического отдела ВНС выявлена определенная корреляционная связь ЧСС с АДС ( $r=0,42$ ;  $p=0,0056$ ) и более слабая с АДД ( $r=0,37$ ;  $p=0,095$ ). В период подготовки по билету таких значимых связей не было, в отличие от здоровых испытуемых (табл. 32).

Таблица 32

Связь ЧСС с другими изучаемыми параметрами гемодинамики у юношей с семейной отягощенностью по АГ. Корреляционный анализ Спирмена.

Показатели	Во время ответа по билету					
	симпатотоники			парасимпатотоники		
	АДС	АДД	ОПСС	АДС	АДД	ОПСС
ЧСС <sub>здор</sub>				-	-	-
ЧСС <sub>со</sub>	$r=0,42$ ; $p=0,0056$	$r=0,37$ $p=0,095$		$r=0,66$ ; $p=0,01$	$r=0,74$ ; $p=0,006$	$r=-0,56$ ; $p=0,038$

*Примечание:* ЧСС<sub>здор</sub> - частота сердечных сокращений у лиц с отягощенности по АГ, ЧСС<sub>со</sub> - частота сердечных сокращений у лиц с семейной отягощенностью по АГ

У лиц с доминированием парасимпатического отдела ВНС появилась достоверная отрицательная связь ЧСС с ударным объемом ( $r=-0,68$ ;  $p=0,0056$ ), положительная с СрГД ( $r=0,61$ ;  $p=0,034$ ), а связь ЧСС с АДД стала более сильной ( $r=0,74$ ;  $p=0,0057$ ).

При доминировании симпатического отдела ВНС у студентов с СО во время ответа по билету происходит дальнейшее достоверное увеличение АДС ( $p=0,0001$ ), АДД ( $p=0,001$ ), но происходит снижение УО ( $p=0,072$ ), а ЧСС значимо не изменяется. При доминировании парасимпатического отдела ВНС происходит достоверное увеличение только АДД ( $p=0,0006$ ) и ЧСС ( $p=0,016$ ), а систолическое давление практически не изменяется. Характерно снижение УО ( $p=0,072$ ) и рост общего периферического сопротивления ( $p=0,07$ ).

У студентов без семейной отягощенности при ответе по билету показатели гемодинамики значимо не изменяются по сравнению с подготовкой по билету как при доминировании симпатического, так и парасимпатического отдела ВНС. У парасимпатотоников ВИК становится отрицательным (табл. 33).

Таблица 33

Показатели центральной гемодинамики у юношей младших курсов без семейной отягощенности по АГ во время ответа по билету в зависимости от доминирования отдела ВНС ( $M \pm m$ )

Показатели	Тип ВНС		P
	парасимпатический (n=12)	симпатический (n=35)	
АДС, мм рт. ст	141,7±1,76	163±11,68	0.26
АДД, мм рт. ст	91 ±2	89±6,93	0.82
ЧСС, уд/мин	82±3,51	96±8,18	0.049
ДП, усл. ед	116,25±6,03	155,39±4,24	0.049
УОК, мл	60±1,7	73±14	0.51
МОК, мл/мин	4909±335,8	6858±1023	0.27
ПД, мм рт. ст	50,67±2,4	74±18,34	0.51
СрГД, мм рт. ст	108±1,56	114±1,64	0.049
УИ, л/мин/м <sup>2</sup>	34,55±2,38	42,79±8,28	0.51
СИ, л/мин	2,85±0,31	4,035±0,65	0.27
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	38,89±4,8	29,99±5,69	0.27
АП, балл	2,8±0.1	3,15±0,03	0.002

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между симпатотониками и ваготониками

У студентов с семейной отягощенностью по АГ после сдачи экзамена по сравнению с исходным состоянием при доминировании симпатического отдела ВНС достоверные различия сохранялись по значениям АДС,  $p=0,000$ , АДД ( $p=0,000$ ), не было различий только по величине УО, ОПСС (табл. 34).

Таблица 34

Показатели центральной гемодинамики у здоровых студентов младших курсов с СОпо АГ в исходном состоянии (1) и после сдачи экзамена (2) с доминированием симпатического отдела ВНС ( $M \pm m$ )

Показатели	Состояние		p
	1 (n=11)	2 (n=117)	
АДС, мм рт. ст	123±3,0	150±2,28	0,0000
АДД, мм рт. ст	72,4±0,7	82,4±1,4	0,00009
ЧСС, уд/мин	81,4±0,8	95±2,0	0,004
ДП, усл. ед	101±1,59	146,4±5,04	0,0004
УОК, мл	71,1±0,7	74±1,2	0,38
МОК, мл/мин	5788±64	6943±145	0,0009
ПД, мм рт. ст	51±1,04	67,2±1,8	0,001
СрГД, мм рт. ст	89,4±0,76	105,5±1,5	0,0002
УИ, л/мин/м <sup>2</sup>	38,0±0,71	42,2±0,8	0,23
СИ, л/мин	3,1±0,07	4,0±0,1	0,08
УПС дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	29,6±0,64	27, ±0,57	0,14
АП, балл	2,34±0,01	2,8±0,06	0,0002

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между фоном и после сдачи экзамена

Аналогичная динамика сохранялась и в группе здоровых студентов без семейной отягощенности. ЧСС у студентов с семейной отягощенностью сохраняла достоверные корреляционные связи с АДС ( $r=0,61$ ;  $p=0.0001$ ), АДД ( $r=0,75$ ;  $p=0.00000$ ), УО ( $r=-0,44$ ;  $p=0.01$ ), однако связи с ОПСС не было. В то же время в группе здоровых лиц, была более сильная достоверная связь ЧСС с АДД ( $r=0,86$ ;  $p=0.00003$ ), ОПСС ( $r=0,68$ ;  $p=0.005$ ) и УО ( $r=-0,8$ ;  $p=0.0003$ ), а с АДС не было.

При доминировании парасимпатического отдела ВНС достоверные различия сохранялись по АДС ( $p=0,000$ ), АДД ( $p=0,000$ ), ЧСС ( $p=0,000$ ), но не было различий по величине УО и УПС (табл. 35.).

Таблица 35

Показатели центральной гемодинамики у здоровых студентов младших курсов с семейной отягощенностью по АГ в исходном состоянии (1) и после сдачи экзамена (2) с доминированием парасимпатического отдела ВНС ( $M\pm m$ )

Показатели	Состояние		p
	1 (n=16)	2 (n=11)	
АДС, мм рт. ст	121 $\pm$ 2.2	147 $\pm$ 2.57	0.0000
АДД, мм рт. ст	75.0 $\pm$ 1.73	90.5 $\pm$ 1.8	0.0000
ЧСС, уд/мин	64.0 $\pm$ 2.3	77.0 $\pm$ 1.32	0.00005
ДП, усл. ед	79.7 $\pm$ 4.03	113.29 $\pm$ 4.81	0.0000
УОК, мл	66 $\pm$ 1.6	63 $\pm$ 2.3	0.37
МОК, мл/мин	4253 $\pm$ 155	4810 $\pm$ 175	0.046
ПД, мм рт. ст	45.3 $\pm$ 1.83	57.0 $\pm$ 2.5	0.001
СрГД, мм рт. ст	90.5 $\pm$ 1.6	109.7 $\pm$ 1.7	0.0000
УИ, л/мин/м <sup>2</sup>	38.1 $\pm$ 1.17	35.4 $\pm$ 1.26	0.21
СИ, л/мин	2.46 $\pm$ 0.12	2.7 $\pm$ 0.1	0.058
УПС, дин $\times$ с <sup>-1</sup> $\times$ см <sup>-5</sup>	38.2 $\pm$ 2.0	42.5 $\pm$ 2.48	0.18
АП, балл	2.03 $\pm$ 0.05	2.68 $\pm$ 0.07	0.0001

*Примечание:* n-количество испытуемых, p- различия между фоном и после сдачи экзамена

В то же время у здоровых студентов ЧСС уже практически не отличалась от фоновых значений. Частота сердечных сокращений у студентов с семейной отягощенностью имела определенную связь с АДД ( $r=0,34$ ;  $p=0.08$ ), более сильную с СрГД ( $r=0,41$ ;  $p=0.029$ ), но связей с АДС не было (табл.36).

Диастолическое артериальное давление имело достоверную связь с УО ( $r=-0,71$ ;  $p=0.00000$ ), МОК ( $r=-0.491$ ;  $p=0.008$ ) и УПС ( $r=0.75$ ;  $p=0.00000$ ). У здоровых корреляционные связи ЧСС с АДД ( $r=0.9$ ;  $p=0.037$ ) оказались более сильными (табл.36).

Таблица 36

Связь ЧСС с другими изучаемыми параметрами гемодинамики у юношей с семейной отягощенностью по АГ. Корреляционный анализ Спирмена.

Показатели	После экзамена					
	симпатотоники			парасимпатотоники		
	АДС	АДД	ОПСС	АДС	АДД	ОПСС
ЧСС <sub>здор</sub>	-	$r=0.86$ $p=0.000$	$r=-0.68$ ; $p=0.005$	-	$r=0.9$ $p=0.037$	
ЧСС <sub>со</sub>	$r=0.61$ ; $p=0.0000$	$r=0.75$ $p=0.0000$	-		$r=0.34$ ; $p=0.08$	$r=-0.56$ ; $p=0.038$

*Примечание:* ЧСС<sub>здор</sub>-частота сердечных сокращений у лиц отягощенности по АГ, ЧСС<sub>со</sub>-частота сердечных сокращений у лиц с семейной отягощенностью по АГ

АДС у студентов с семейной отягощенностью сразу после экзамена было достоверно выше ( $p=0.006$ ), а АДД не различались по сравнению со здоровыми с симпатическим типом ВНС (табл. 37).

Таблица 37

Показатели центральной гемодинамики у здоровых студентов и студентов с семейной отягощенностью сразу после экзамена с доминированием симпатического отдела ВНС ( $M \pm m$ )

Показатели	Риск по АГ		p
	здоровые (n=11)	СО (n=117)	
АДС, мм рт. ст	130±3.76	146±3.06	0.006
АДД, мм рт. ст	79±2.33	83.6 ±2.14	0.1
ЧСС, уд/мин	102±5.86	96.9±2.5	0.56
ДП, усл. ед	133±7.9	142±5.9	0.52
УОК, мл	66.9±1.72	69.1±2.62	0.95
МОК, мл/мин	6806.4±386.83	6697±314.5	0.66
ПД, мм рт. ст	51±2.5	62±3.5	0.048
СрГД, мм рт. ст	96±2.63	104±1.86	0.022
УИ, л/мин/м <sup>2</sup>	40±1.4	39±1.4	0.73
СИ, л/мин	4.1±0.3	3.8±0.2	0.53
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	24.81±1.964	28.3 ±1.144	0.18
АП, балл	2.6±0.08	2.85±0.07	0.086

*Примечание:* n-количество испытуемых, p- различия между здоровыми и студентами с семейной отягощенностью

Обращало на себя внимание более высокое пульсовое давление у лиц с семейной отягощенностью.

Здоровые студенты и студенты с семейной отягощенностью сразу после экзамена с доминированием парасимпатического отдела ВНС различались по величине АДД ( $p=0.07$ ), ЧСС ( $p=0.04$ ), СрГД ( $p=0.027$ ), но не было различий в величине АДС. Более высокие значения АДД, ЧСС и СрГД наблюдались у лиц с семейной отягощенностью (табл. 38).

Таблица 38

Показатели центральной гемодинамики у здоровых студентов и студентов с СО сразу после экзамена с доминированием парасимпатического отдела ВНС ( $M\pm m$ )

Показатели	Риск		p
	здоровые (n=15)	СО (n=11)	
АДС, мм рт. ст	136 $\pm$ 4.28	145 $\pm$ 4.92	0.35
АДД, мм рт. ст	77.8 $\pm$ 2.7	86.1 $\pm$ 1.34	0.07
ЧСС, уд/мин	69.8 $\pm$ 2.69	76.7 $\pm$ 1.85	0.04
ДП, усл. ед	95 $\pm$ 5.8	111 $\pm$ 5.7	0.098
УОК, мл	71.2 $\pm$ 3.35	66.3 $\pm$ 2.28	0.21
МОК, мл	4952.7 $\pm$ 244.31	5101.5 $\pm$ 241.09	0.8
ПД, мм рт. ст	58 $\pm$ 4.6	59 $\pm$ 4.5	0.88
СрГД, мм рт. ст	97.3 $\pm$ 2.52	106 $\pm$ 2.18	0.027
УИ, л/мин/м <sup>2</sup>	42 $\pm$ 2.4	35 $\pm$ 1.8	0.098
СИ, л/мин	2.9 $\pm$ 0.2	2.7 $\pm$ 0.2	0.46
УПС, дин $\times$ с <sup>-1</sup> $\times$ см <sup>-5</sup>	34.27 $\pm$ 2.334	40.55 $\pm$ 2.439	0.26
АП, балл	2.34 $\pm$ 0.09	2.7 $\pm$ 0.1	0.037

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми студентами и студентами с СО

Ряд авторов считает, что уровень диастолического артериального давления является более надежным показателем уровня стресса у студентов младших курсов [58, 200, 251].

Во время подготовки по билету АДС и АДД было выше у девушек с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии, по сравнению со здоровыми, без семейной отягощенности. Достоверные различия выявлены также по величине ЧСС, СрГД, ДП и АП (табл. 39).

Таблица 39

Показатели центральной гемодинамики у студенток младших курсов при подготовке по билету в зависимости от семейной отягощенности по артериальной гипертензии (M±m)

Показатели	Риск по АГ		p
	здоровые (n=71)	СО (n=155)	
АДС, мм рт. ст.	120±4.11	134±2.29	0.020
АДД, мм рт. ст.	74±2.3	83±1.5	0.015
ЧСС, уд/мин	86±4.0	94±2.6	0.015
ДП, усл. ед.	103±5.4	126±4.2	0.003
УОК, мл	67.9±2.44	63.1±2.12	0.28
МОК, мл/мин	5791±264	5875±217	0.33
ПД, мм рт. ст.	46±2.0	51±2.0	0.54
СрГД, мм рт. ст.	89.6±1.25	99.8±1.47	0.004
УИ, мл/м <sup>2</sup>	48±1.3	44±1.6	0.45
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	4.1±0.24	4.11±0.17	0.34
УПС дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	22.54±1.38	26.79±1.94	0.43
АП, баллы	2.22±0.065	2.67±0.077	0.009

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми студентами и студентами с СО

Исследование центральной гемодинамики у студенток с семейной отягощенностью в зависимости от доминирования отдела ВНС показало следующее. Достоверные различия в зависимости от доминирования отдела ВНС выявлены по значениям АДС, ЧСС, МОК, СИ, ОПСС, УПС (табл.40).

Высокие значения АДС, ЧСС, МОК, СИ, УИ зарегистрированы при доминировании симпатического, а УПС – парасимпатического отдела ВНС. Фактическая работа сердца превышала должные значения при доминировании симпатического отдела ВНС на 15%. АДС у лиц с доминированием парасимпатического отдела ВНС отличалось от должных значений на 21.34%, а АДД на – 17.2%, а симпатического отдела ВНС - на 14.3% и 15.12% соответственно.

При доминировании парасимпатического отдела ВНС, в отличие от здоровых, у девушек с семейной отягощенностью по АГ обнаружены достоверные связи ЧСС с АДС, АДД (табл. 41). В отличие от здоровых, у

студенток с СО, но при доминировании симпатического отдела ВНС, достоверной связи ЧСС с АДС и АДД не выявлено.

Таблица 40

Показатели центральной гемодинамики у студенток младших курсов при подготовке по билету с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от доминирования отдела ВНС (M±m)

Показатели	Тип ВНС		p
	симпатический (n=112)	парасимпатический (n=43)	
АДС, мм рт. ст.	130.9±2.41	141±4.72	0.048
АДД, мм рт. ст.	82±1.6	85±3.4	0.38
ЧСС, уд/мин	99±2.5	79±3.8	0.0005
УОК, мл	63.0±2.28	66.1±3.46	0.90
МОК, мл/мин	6207±227	5223±252	0.0081
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	4.44±0.18	3.36±0.14	0.0008
УПС дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	24.54±2.02	31.12±0.94	0.013

*Примечание:* n-количество испытуемых, p- различия между симпатониками и ваготониками

Во время сдачи экзамена (ответ по билету) различия по АДС, АДД и ЧСС между здоровыми и студентками с семейной отягощенностью сохраняются. Появляются также различия в величине МОК, СИ, ПД. МОК был достоверно выше у студенток с семейной предрасположенностью к АГ (6960±1871мл против 5170±453мл у практически здоровых, p=0.036). СИ, УИ и ПД также были выше у студентов с семейной отягощенностью по АГ. Увеличение МОК, УИ и СИ у студентов с семейной отягощенностью к АГ связано с избыточной активацией симпатического отдела ВНС. На это указывают более высокие значения ВИК, хотя они отличаются не достоверно. Если у здоровых фактические значения МОК отличались от должных значений всего на 3.08%, то у студенток с семейной отягощенностью - на 42.22%, p=0.034. Фактическая работа сердца также отличалась от должных значений соответственно на 5.2% и 44.32%. Значения АДС также отличались от должных значений (на 5.6% у здоровых и 26.78% у студентов с семейной отягощенностью, p=0,00000). Выраженные различия были и в значениях АП (p=0.0019).

Таблица.41

Связь ЧСС с другими изучаемыми параметрами гемодинамики у девушек. Корреляционный анализ Спирмена

Показатели	Во время подготовки по билету					
	симпатотоники			парасимпатотоники		
	АДС	АДД	ОПСС	АДС	АДД	ОПСС
ЧСС <sub>здор</sub>	-	-	-	-	-	-
ЧСС <sub>со</sub>	-	-	r=-0.85; p=0.03	r=0.71; p=0.029	r=0.83 p=0.0067	r=-0.56; p=0.038

*Примечание:* ЧСС<sub>здор</sub> - частота сердечных сокращений у лиц с семейной отягощенностью по АГ, ЧСС<sub>со</sub> - частота сердечных сокращений у лиц с семейной отягощенностью по АГ

Исследование центральной гемодинамики в зависимости от доминирования отдела ВНС непосредственно во время ответа по билету показало следующее. Достоверные различия в зависимости от доминирования отдела ВНС выявлены по значениям ЧСС ( $p=0.0001$ ), МОК ( $p=0.038$ ), СИ ( $p=0.036$ ), ДП ( $p=0.018$ ). Во время непосредственной сдачи экзамена исчезли различия по таким показателям как АДС, АДД и УПС.

Анализ корреляционных связей ЧСС между отдельными показателями гемодинамики у студенток при доминировании парасимпатического отдела ВНС выявил следующие закономерности. В отличие от здоровых, у студенток с семейной отягощенностью по АГ не обнаружены достоверные связи ЧСС с АДС, АДД, МОК. Также как и у здоровых, были достоверные связи ЧСС с УПС. В отличие от ваготоников при доминировании симпатического отдела ВНС у студенток с семейной отягощенностью по АГ обнаружены достоверные связи ЧСС с МОК ( $r=0.67$ ;  $p=0.008$ ), ВИК ( $r=0.79$ ;  $p=0.00065$ ), но связи ЧСС с общим периферическим сосудистым сопротивлением не было.

Сравнительный анализ показателей центральной гемодинамики после экзамена у практически здоровых студенток и студенток с повышенным риском к АГ показал следующее (табл. 42) Достоверные различия выявлены по величине АДС, АДД, СрГД. Должные значения АДС отличались у здоровых на 4.86%, а у студенток с риском по АГ – на 15.16%. Также отличались и должные

значения по АДД (на 8.93% и 21.0% соответственно). Выраженные различия сохранялись и в значениях АП (табл. 42).

Таблица 42

Показатели центральной гемодинамики у студенток младших курсов после экзамена в зависимости от семейной отягощенности по артериальной гипертензии (M±m)

Показатели	Риск		P
	здоровые (n=71)	СО (n=155)	
АДС, мм рт. ст.	119±5.01	131±1.86	0.02
АДД, мм рт. ст.	77±2.28	85.9±1.41	0.016
ЧСС, уд/мин	85±3.9	91±2.8	0.38
МОК, мл/мин	5468±457	5444±233	0.042
СрГД, мм рт. ст.	91.2±2.47	101±1.31	0.0041
АП, баллы	2.23±0.01	2.60±0.05	0.007

Примечание: n-количество испытуемых, p- различия между здоровыми и студентами с СО

Исследование центральной гемодинамики у студентов с повышенным артериальным давлением у ближайших родственников после ответа по билету в зависимости от доминирования отдела ВНС показало следующее (табл. 43).

Таблица 43

Показатели центральной гемодинамики у студенток младших курсов после экзамена с семейной отягощенностью по АГ в зависимости от доминирования отдела ВНС (M±m)

Показатели	Тип ВНС		P
	парасимпатический (n=43)	симпатический (n=112)	
АДС, мм рт. ст.	131±3.01	132±2.32	0.74
АДД, мм рт. ст.	88.8±1.67	83.6±2.01	0.068
ЧСС, уд/мин	79±2.1	101±3.4	0.00001
ДП, усл. ед.	103±4.11	134±5.90	0.0004
УОК, мл	55.0±2.90	64.2±2.0	0.0199
МОК, мл/мин	4308±232	6352±219	0.0000
ПД, мм рт. ст.	42±3.37	48±2.23	0.099
СрГД, мм рт. ст.	102.7±1.68	99.7±1.84	0.25
УИ, мл/м <sup>2</sup>	37±2.3	45±1.7	0.013
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	2.90±0.18	4.56±0.2	0.00005
УПС, дин×с <sup>-1</sup> ×см <sup>-5</sup>	39.04±3.93	23.12±0.91	0.0001
АП, баллы	2.53±0.08	2.7±0.07	0.23

Примечание: n-количество испытуемых, p- различия между симпатониками и ваготониками

Достоверные различия в зависимости от типа ВНС выявлены по величине ЧСС, УО, МОК, УИ, СИ, ДП, УПС. Вероятнее всего, различия в величине УОК

и МОК у студенток с доминированием симпатического отдела ВНС связаны с усилением работы сердца. На это указывают значения ДП и фактическая работа сердца. Кроме того, у студентов с доминированием симпатического отдела ВНС было значительно ниже УПС сосудов (табл. 43). На это также указывает и значения фактической работы сердца ( $6062 \pm 1536$  против  $8619 \pm 1596$ ;  $p=0.000027$ ).

Анализ корреляционных связей ЧСС между отдельными показателями гемодинамики у девушек с доминированием парасимпатического отдела ВНС выявил следующие закономерности. В отличие от здоровых, у девушек с семейной отягощенностью по АГ обнаружены достоверные связи ЧСС с АДД (табл. 44), СрГД ( $r=0.73$ ;  $p=0.0013$ ), но не было связи с УПС. Также как и у здоровых были достоверные связи ЧСС с ВИК ( $r=0.57$ ;  $p=0.02$ ).

Анализ корреляционных связей ЧСС между отдельными показателями гемодинамики у девушек с доминированием симпатического отдела ВНС выявил следующие закономерности. В отличие от здоровых, у девушек с семейной отягощенностью по АГ, обнаружены достоверные связи ЧСС с УО ( $r=-0.51$ ;  $p=0.02$ ), СрГД ( $r=0.60$ ;  $p=0.0048$ ), МОК ( $r=0.57$ ;  $p=0.009$ ), но не было связи с УПС (Табл. 44).

Таблица 44

Связь ЧСС с другими параметрами гемодинамики у девушек. Корреляционный анализ Спирмена.

Показатели	После экзамена					
	симпатотоники			парасимпатотоники		
	АДС	АДД	ОПСС	АДС	АДД	ОПСС
ЧСС <sub>здор</sub>	-	-	-	-	-	-
ЧСС <sub>со</sub>	-	$r=0.64$ ; $p=0.002$ -	-	-	$r=0.77$ ; $p=0.0004$	-

*Примечание:* ЧСС<sub>здор</sub> - частота сердечных сокращений у здоровых без отягощенности; ЧСС<sub>со</sub>- частота сердечных сокращений у лиц с семейной отягощенностью по АГ

Полученные данные свидетельствуют о гиперреактивности сердечно-сосудистой системы студенток с СО по АГ в условиях существующих учебных нагрузок. В процессе выраженной эмоциональной нагрузки у студенток с СО по

АГ регистрируется достоверно большой подъем систолического и диастолического АД по сравнению со здоровыми лицами. У здоровых студенток преобладала нормальная реакция на экзаменационный стресс: АДС на протяжении всего экзамена не превышало 130 мм рт. ст. Изменения центральной гемодинамики по-разному проявляются у субъектов с разным типом вегетативной регуляции: они более выражены у студенток с ваготоническим типом регуляции. Выраженность изменений центральной гемодинамики у студентов в условиях экзаменационного стресса подчеркивает необходимость контроля АД у лиц молодого возраста, особенно с СО по АГ. Важно, что применение методики повторных измерений для выявления лиц с повышенным АД может значительно повысить точность прогнозирования повышения артериального давления и далее на протяжении жизни.

### *3.2.2. Особенности реакции сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью на экзаменационный стресс*

Результаты исследования показали выраженную активацию симпатического отдела ВНС у всех студентов во время подготовки по билету. Среднее значение R-R интервалов составляло в среднем  $662 \pm 19,32$  мс. Характерно подавление активности парасимпатического отдела ВНС, о чем свидетельствуют низкие значения rMSSD ( $26.54 \pm 2.70$  мс). RMSSD - показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, отражает активность автономного контура регуляции. Чем выше значение RMSSD, тем активнее звено парасимпатической регуляции [112]. На выраженную активацию гуморального канала регуляции указывали высокие значения АМо ( $48.6 \pm 3.04\%$ ). АМо свыше 50% была выявлена у 35% студентов. На усиление активности симпатического отдела ВНС указывали также значения вегетативного показателя ритма (ВПР), индекса вегетативного равновесия (ИВР) и показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР). Характерна централизация управления сердечным ритмом, о чем свидетельствует высокое значение индекса напряжения (ИН). Известно, что ИН отражает уровень напряженности регуляторных систем [15]. Заметим, что ИН увеличивается в 1,5-5,0 раз при физической нагрузке, в 1.4-1.7 раза у космонавтов во время магнитной бури, в 20-30 раз у спортсменов, участвующих в соревнованиях по спортивным играм и в единоборствах, что свидетельствует о состоянии сильнейшего функционального напряжения, «на грани срыва адаптации» [101]. В среднем он достигал  $240 \pm 48.8$  усл. ед. (увеличился в 2,0 раза). ИН свыше 500 усл. ед. был обнаружен у 10% обследованных. Таким образом, уменьшение значений показателей статистического анализа ВСР (SDNN и RMSSD) свидетельствует о том, что под влиянием экзаменационного стресса у испытуемых произошло усиление автономного контура и, в частности, симпатического звена ВНС в регуляции сердечного ритма.

Спектральный анализ ВРС выявил достоверное увеличение мощности очень низких (VLF) частот ( $2066 \pm 271,44 \text{ мс}^2$ ) и снижение высокочастотного (HF) компонента ( $747.5 \pm 176.4 \text{ мс}^2$ ), что указывает на усиление центральных влияний в регуляции ритма сердца. В концепции двухконтурной схемы управления сердечным ритмом [183] принято, что диапазон VLF отражает процессы межсистемной интеграции на уровне высших отделов головного мозга и включает, в том числе, эмоциональные и психогенные влияния на сердечный ритм. Отношение LF/HF, отражающее суммарную активность вегетативных воздействий на сердечный ритм, свидетельствовало о значительном преобладании симпатических влияний [202]. Такой сдвиг параметров ВРС свидетельствует, как принято считать, о реализации типичных реакций на функциональную нагрузку, заключающихся в усилении активности центральных регуляторных влияний и росте активности вазомоторного центра [174].

Исследование ВРС у студентов сразу после сдачи экзамена показало следующее. Происходит увеличение длительности RR-интервалов. RRNN составляло в среднем  $728.73 \pm 29.9$  мс. Происходит достоверное повышение активности парасимпатического отдела ВНС, о чем свидетельствует увеличение rMSSD (с  $26.53 \pm 2.66$  мс во время подготовки до  $48.28 \pm 9.45$  мс после экзамена,  $p=0.02$ ). На снижение активности симпатического отдела ВНС указывали значения ВПР ( $p=0.069$ ). pNN50 ( $p=0.061$ ), первого коэффициента автокорреляционной функции ( $p=0,017$ ).

При спектральном анализе также отмечено снижение активности центрального контура регуляции, о чем свидетельствует достоверное уменьшение мощности VLF компонента ( $p=0.022$ ) и HF домена ( $p=0.043$ ). В исследованиях [179, 182] было выявлено, что стресс вызывает значительное уменьшение R-R-интервалов ( $p<0.01$ ), снижением мощности LF - и HF - компонентов спектра ( $p<0.01$ ), повышение мощности VLF и соотношения VLF/HF ( $p<0.01$ ). Однако, после 5-минутного периода восстановления у здоровых людей эти показатели возвращались к исходному уровню [179].

Вместе с тем, сохранялись большие значения низкочастотного компонента ( $2149 \pm 531.1 \text{ мс}^2$ ), что указывает на сохраняющуюся повышенную активность симпатического отдела ВНС. Действительно, АМо свыше 50% обнаружена у 25% студентов, но ИН свыше 500 усл. ед. уже не встречался.

Анализ показателей ВСР у студентов в зависимости от семейной отягощенности по артериальной гипертензии во время непосредственной подготовки по билету показал следующее. По среднему значению R-R – интервалов исследуемые группы достоверно не различались. Вместе с тем в подгруппе с семейной отягощенностью выявлено снижение общей variability сердечного ритма (SDNN, TP) по сравнению с контрольной группой. Вместе с тем известно, что чем выше общая мощность спектра, тем более выражены адаптационные возможности организма [203]. В группе здоровых без семейной отягощенности SDNN составило  $44.38 \pm 3.43 \text{ мс}$ , а с семейной отягощенностью –  $34.31 \pm 4.17 \text{ мс}$  ( $p=0.076$ ). Известно, что SDNN является суммарным показателем variability величин R-R за весь рассматриваемый период, характеризующий ВСР в целом [112], а рост SDNN указывает на усиление автономной регуляции. На более выраженное усиление симпатического отдела ВНС у лиц с семейной отягощенностью указывали большие значения вегетативного показателя ритма ( $p=0.091$ ), и меньшие значения вариационного размаха ( $p=0.028$ ). Более выраженная активация симпатического отдела ВНС у студентов с семейной отягощенностью по АГ подтверждается достоверными изменениями некоторых спектральных показателей СР. Общая мощность спектра (TP) у лиц с семейной отягощенностью была ниже по сравнению со здоровыми ( $2692 \pm 817 \text{ мс}^2$  против  $3841 \pm 627.8 \text{ мс}^2$ ,  $p=0.042$ ). Также существенно меньше была мощность LF компонента ( $777.2 \pm 274 \text{ мс}^2$  против  $1549.7 \pm 270.8 \text{ мс}^2$  у здоровых,  $p=0.011$ ). Следует также отметить, что у студентов с семейной отягощенностью по АГ в спектре сердечного ритма доминировал VLF диапазон (39.4%) над LF компонентом (27.3%), а у здоровых – LF над VLF (40.15% и 37.3% соответственно). Доминирование VLF диапазона в структуре сердечного ритма

у лиц с семейной отягощенностью по АГ свидетельствует об отчетливом усилении центральных влияний [229, 251]. Это также подтверждается и различиями в значениях индекса централизации ( $p=0,091$ ) и индекса активации подкорковых нервных центров ( $p=0.056$ ).

Сравнение показателей ВСР у студентов в зависимости от семейной отягощенности по артериальной гипертензии сразу после экзамена показало следующее. Не выявлено достоверных различий как во временных, так и спектральных показателях СР. Вместе с тем, RRNN у студентов с семейной отягощенностью по АГ было меньше ( $685.6\pm 52.38$  мс против  $738.6\pm 27,8$  мс у здоровых). Отличия также заключались в высоких значениях SDNN, rMSSD и pNN50. Более высокие значения SDNN, rMSSD и pNN50 отражают тенденцию к превалированию парасимпатических влияний, и вероятно, указывают на более выраженное утомление организма студентов с семейной отягощенностью по АГ. Это также подтверждается и различиями в спектральных показателях. Мощность в HF диапазоне у лиц с семейной отягощенностью была выше по сравнению с контрольной группой ( $4129\pm 2353\text{мс}^2$  против  $2508\pm 1381\text{мс}^2$ ). Преобладание в частотном диапазоне дыхательных волн связывается с переполнением и нарушением оттока из веноулярного отдела микроциркуляторного русла [208].

Выявлены достоверные различия по средней длительности RR-интервалов между симпатотониками и нормотониками ( $669\pm 7,63\text{мс}$  против  $751\pm 8.07\text{мс}$ ,  $p=0.014$ ) у практически здоровых. Определенные различия выявлены в дестабилизации парасимпатического контроля ( $72.8\pm 2.38\%$  у симпатотоников и  $61.7\pm 4.85\%$  – у нормотоников,  $p=0.086$ ). Достоверные различия в частотных характеристиках спектра сердечного ритма не выявлены.

Сравнение ВСР у нормотоников и симпатотоников с семейной отягощенностью по АГ выявило различия по большинству как временных, так и спектральных показателей СР. SDNN оказалось больше у «симпатотоников» ( $41.7\pm 3.8\text{мс}$  против  $32.7\pm 2.56$  мс;  $p=0.012$ ). Однако rMSSD было больше у нормотоников ( $32.7\pm 2.56$  мс против  $28.3\pm 4,5\text{мс}$ ;  $p=0.004$ ), что указывает на

снижение активности парасимпатического отдела ВНС у симпатоников. Достоверные различия также выявлены по величине  $pNN50$  ( $p=0.008$ ),  $AMo$  ( $p=0.01$ ),  $ИН$  ( $p=0.006$ ).

Характерные различия обнаружены и в спектральных показателях  $СР$ . Наиболее выраженные отличия выявлены в  $VLF$  и  $HF$  диапазонах ( $p=0.04$  и  $p=0.005$  соответственно). У симпатоников доминировал  $VLF$  компонент над  $HF$  доменом (35.2% и 28.9% соответственно), а у нормотоников - наоборот (40.75% -  $HF$  и только 25.7% -  $VLF$ ). Указанные различия свидетельствуют о ведущей роли центральных механизмов в регуляции ритма сердца у студентов с доминированием симпатического отдела ВНС при семейной отягощенности по  $АГ$  [203]. Действительно, индекс централизации ( $ИЦ$ ) был достоверно выше у студентов симпатотоников ( $2.66\pm 0.43$  балла против  $1.66\pm 0.40$  балла у нормотоников,  $p=0.029$ ).

*Сравнительный анализ временных и спектральных показателей ВСП у здоровых и лиц с семейной отягощенностью с одинаковым типом ВНС.* Сравнительный анализ временных и спектральных показателей у здоровых и у лиц с семейной отягощенностью по  $АГ$  с доминированием симпатического отдела ВНС не выявил существенных различий между ними. Достоверные различия выявлены только по среднему значению  $RRNN$  ( $p=0.02$ ) и значению моды ( $p=0.021$ ). Вместе с тем, значения  $RMSSD$ ,  $pNN50$  у лиц с семейной отягощенностью по  $АГ$  были меньше, а  $AMo$ ,  $ИВР$  – больше. В целом, как временные так и спектральные показатели  $ВРС$  указывали на активацию симпатического отдела ВНС и централизацию управления  $СР$  как у практически здоровых, так и у лиц с семейной отягощенностью по  $АГ$ .

Сравнение показателей  $ВСП$  у нормотоников в зависимости от семейной предрасположенности показало следующее. Достоверные различия выявлены только по  $AMo$  ( $p=0.023$ ).  $AMo$  оказалась выше у здоровых студентов без семейной отягощенности ( $50.4\pm 2.9\%$ ). В то же время у лиц с семейной предрасположенностью значения  $AMo$  варьировали в широких пределах (от

17.5% до 49.7%) и в среднем составили  $33.6 \pm 4.29\%$ , что отражает тенденцию к доминированию парасимпатического отдела ВНС. Это подтверждается более высокими значениями SDNN ( $61.2 \pm 8.7$  мс против  $38.9 \pm 2.09$  мс,  $p=0.13$ ), rMSSD ( $56 \pm 11.6$  мс против  $32.7 \pm 2.56$  мс,  $p=0.018$ ) и низкими значениями индекса вегетативного равновесия ( $128.2 \pm 27.5$  мс против  $225.9 \pm 25.8$  мс,  $p=0.089$ ). Аналогичная закономерность прослеживается и в значениях индекса напряжения.

В спектре сердечного ритма у практически здоровых студентов доминировали LF и HF волны (33.5% и 40.75% соответственно), а у лиц с семейной отягощенностью по АГ – HF и VLF компоненты (52.1% и 27.4% соответственно). По всей вероятности, выявленные изменения отражают нестабильность вегетативных механизмов регуляции АД у здоровых лиц с семейной отягощенностью. Действительно, у больных с АГ I-II стадии влияние вегетативной нервной системы на АД, по данным Р.А. Новиковой [124] менее значимо. В процессе развития АГ, по данным авторов, характер реакции на ментальный стресс не изменился, но ее выраженность стала меньше, что авторы объясняют более разнообразными механизмами регуляции циркуляции крови, которые не исчерпываются только нейрогенной регуляцией [155]. Это совпадает с существующими представлениями о патогенетических механизмах АГ [98, 105].

Таким образом:

1. Выявлены определенные различия изменений показателей сердечного ритма у студентов в условиях подготовки и сразу после сдачи экзамена. Во время подготовки к экзамену наблюдается доминирование волн очень низкой (VLF) и низкой частоты (LF) в спектре сердечного ритма, что отражает повышенную симпатическую активность и централизацию управления сердечным ритмом. После экзамена происходит увеличение активности парасимпатического отдела ВНС, а также понижение активности центрального контура регуляции, но сохраняется повышенная активность симпатического отдела.

2. Общее усиление симпатических и ослабление парасимпатических влияний при действии психоэмоциональных раздражителей, к которым можно отнести и сдачу экзаменов, по-разному проявляется у субъектов в зависимости от семейной отягощенности по АГ. У студентов с семейной отягощенностью значения среднеквадратичного отклонения (SDNN) были меньше, а индекс напряжения регуляторных систем больше, чем у лиц без семейной отягощенности как до, так и после экзамена. Наблюдается доминирование волн низких частот в спектре сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью, что свидетельствует об отчетливом усилении центральных влияний. Временные и спектральные показатели у лиц с семейной отягощенностью после экзамена отражают тенденцию к превалированию парасимпатических влияний и косвенно указывают на более выраженное утомление организма по сравнению со здоровыми студентами.

3. Установлено, что адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы, регуляции ритма сердца к экзаменационному стрессу складываются в рамках общей тенденции к повышению напряжения механизмов регуляции и активности симпатической нервной системы. Однако эти реакции имели различную степень выраженности в зависимости от исходного вегетативного тонуса. Наибольшие изменения показателей variability ритма сердца отмечались у студентов при доминировании симпатического отдела ВНС в сочетании с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии. Ведущая роль в регуляции ритма сердца при семейной отягощенности по АГ принадлежит центральным механизмам регуляции.

*3.2.3. Особенности реакции центральной гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии на дозируемую эмоциональную нагрузку.*

Существует точка зрения, что общей закономерностью, отражающей характер влияния интеллектуальной нагрузки на организм, является повышение активности симпатического и снижение влияния парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [206]. В литературе имеются описания особенностей вариабельности сердечного ритма и ритма дыхания в условиях психоэмоционального стресса [110, 170, 186, 251].

Повышенное артериальное давление не может осуществляться без участия изменений в системе микроциркуляции [26]. Значение периферического кровотока в возникновении особенностей повышения АД было отмечено давно [166]. Так как биологическая роль периферического кровотока в жизнедеятельности организма очень велика, исследование перфузии при дозированной эмоциональной нагрузке будет способствовать расшифровке механизмов повышения АД у лиц молодого возраста с семейной отягощенностью по АГ. В связи с этим нам представляется интересным проследить динамику изменения перфузии при дозированной эмоциональной нагрузке с разным вегетативным тонусом.

В исходном состоянии, непосредственно перед выполнением пробы с дозируемой психоэмоциональной нагрузкой, студенты с семейной отягощенностью и практически здоровые по величине АДС и по индексу перфузии достоверно не различались, но АДД было выше у студентов с семейной ( $77 \pm 4$  мм рт. ст. против  $66 \pm 2.4$  мм рт. ст.;  $p=0.017$ ). У студентов с СО вегетативный индекс указывал на доминирование парасимпатического отдела ВНС, а в контрольной группе - на доминирование симпатического отдела ( $p=0.01$ ). Среднее гемодинамическое давление у студентов с семейной отягощенностью было достоверно выше по сравнению с группой здоровых студентов ( $90 \pm 4$  мм рт. ст. против  $85.8 \pm 2.07$  мм рт. ст.,  $p=0.006$ ). В то же время

ударный и минутный объем крови достоверно не различались. Индекс кровоснабжения у студентов с семейной отягощенностью был достоверно ниже по сравнению с контрольной группой ( $78 \pm 7.0$  мл/м<sup>2</sup> против  $52 \pm 7.0$  мл/м<sup>2</sup>;  $p=0.017$ ). Обращало на себя внимание высокое УПС у студентов с СО ( $61 \pm 7.5$  дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup> против  $39 \pm 4.0$  дин $\times$ с<sup>-1</sup> $\times$ см<sup>-5</sup> в контрольной). В группе с семейной отягощенностью выявлены достоверные отрицательные корреляционные связи индекса перфузии с АДС ( $r=-0.65$ ;  $p=0.003$ ), АДД ( $r=-0.69$ ;  $p=0.0028$ ), СрГД ( $r=-0.75$ ;  $p=0.0007$ ), УПС ( $r=-0.59$ ;  $p=0.016$ ) и положительные - с УО ( $r=0.47$ ;  $p=0.06$ ), ВИК ( $r=0.64$ ;  $p=0.008$ ). В контрольной же группе корреляционных связей перфузии с показателями гемодинамики не выявлено.

На *первой минуте выполнения пробы* достоверные различия между основной и контрольной группами выявлены в значениях как АДС, так и АДД ( $p=0.017$  и  $p=0.05$  соответственно). Систолическое и диастолическое давление было выше, а ЧСС меньше у студентов с семейной отягощенностью по АГ (табл.43). Прирост АДС у студентов с семейной отягощенностью составил 5.3%, в контрольной группе - 2.3%. Изменения АДД составили соответственно 3.9% у здоровых и 2.3% у лиц семейной отягощенностью. ЧСС у здоровых увеличилась на 31.8%, а у студентов с семейной отягощенностью - только на 7.4%. В исследовании [35] показано, что у здоровых лиц в ответ на стрессовую нагрузку изменяются показатели ВСР, но не АД. По их мнению, умеренно выраженный стресс сопровождается активизацией барорефлекторных контуров регуляции вариабельности сердечного ритма, что компенсирует гемодинамические сдвиги и не сопровождается повышением артериального давления. Можно полагать, что у студентов с семейной отягощенностью реакция на стрессовую нагрузку одинаковая в сравнении со здоровыми, но с доминированием различных механизмов регуляции потоков крови. СрГД достоверно отличалось между группами ( $p=0.017$ ). Прирост СрГД в основной группе составил 3.8%, а в контрольной - 3.1%. Показатель эффективности кровообращения у студентов с СО был достоверно ниже ( $p=0.039$ ) по сравнению со здоровыми студентами. Увеличение МОК у здоровых идет преимущественно за счет увеличения ЧСС,

на что косвенно указывают изменения ДП, ВИК, ХИП. Удельное периферическое сопротивление у здоровых увеличивается незначительно (с  $39 \pm 3.7$  дин $\times$ с $^{-1}\times$ см $^{-5}$  до  $40.4 \pm 6.2$  дин $\times$ с $^{-1}\times$ см $^{-5}$ ). ЧСС у здоровых студентов имела достоверные связи с УПС ( $r=-0.89$ ;  $p=0.007$ ).

Увеличение МОК у лиц с семейной отягощенностью идет преимущественно за счет снижения удельного периферического сопротивления (с  $61.3 \pm 7.5$  дин $\times$ с $^{-1}\times$ см $^{-5}$  до  $52.6 \pm 4.3$  дин $\times$ с $^{-1}\times$ см $^{-5}$ ). Хотя определенный вклад вносит и ЧСС ( $p=0.08$ ). Корреляционные связи ЧСС у студентов с семейной отягощенностью были с АДС ( $r=0.6$ ;  $p=0.07$ ), УПС ( $r=-0.62$ ;  $p=0.054$ ) и с ИНМ ( $r=0.86$ ;  $p=0.001$ ).

Таблица 46

Показатели центральной гемодинамики у здоровых студентов и студентов с СО по АГ на первой минуте выполнения дозируемой психоэмоциональной пробы ( $M \pm m$ )

Показатели	Риск по АГ		p
	здоровые (n=19)	СО (n=46)	
АДС, мм рт. ст	108 $\pm$ 1.73	123.7 $\pm$ 5.03	0.017
АДД, мм рт. ст	68.6 $\pm$ 2.13	78.8 $\pm$ 2.99	0.049
ЧСС, уд/мин	87 $\pm$ 4.65	82.1 $\pm$ 4.64	0.78
ДП, усл. ед.	91,6 $\pm$ 5,11	102,7 $\pm$ 8,76	0,004
УОК, мл	51,4 $\pm$ 2,58	48,4 $\pm$ 2,26	0,38
МОК, мл/мин	3804 $\pm$ 408	3687 $\pm$ 352	0.91
ПД, мм рт. ст.	39 $\pm$ 2.35	44.9 $\pm$ 3.14	0.51
СрГД, мм рт. ст.	88.5 $\pm$ 1.54	101.8 $\pm$ 3.83	0.017
СИ, л/мин/м $^2$	2.5 $\pm$ 0.34	2.1 $\pm$ 0.21	0.39
УПС, дин $\times$ с $^{-1}\times$ см $^{-5}$ /м $^2$	40.4 $\pm$ 6.20	52.6 $\pm$ 4.49	0.10
АП, баллы	2.05 $\pm$ 0.04	2.38 $\pm$ 0.13	0.07

*Примечание:* n-количество испытуемых, p-различия между здоровыми и студентами с семейной отягощенностью

Достоверных изменений перфузии у студентов с семейной отягощенностью по сравнению с фоновым состоянием не происходит. Исследование корреляционных связей перфузии с показателями гемодинамики на этом этапе показало следующее. Достоверные связи перфузии с АДС ( $p=0.005$ ) и АДД ( $p=0.004$ ), СрГД ( $p=0.003$ ) сохранялись, но стали положительными, а связь с ОПСС стала малозначимой. Таким образом, высокая прямая корреляция перфузионного давления с показателем гемодинамики вполне логично объясняет возможность изменения перфузии

при повышении активности симпатической регуляции кровотока. Это указывает на то, что у студентов с семейной отягощенностью нейрогенный контроль сосудистого тонуса становится повышенным. Хотя известно, в нормальных условиях по направлению к капиллярам удельный вес сосудистой импульсации становится все меньше. В противоположность этому чувствительность сосудов к различным гуморальным воздействиям по мере уменьшения диаметра сосуда увеличивается. УПС снижается с  $27.0 \pm 1.7 \text{ дин} \times \text{с}^{-1} \times \text{см}^{-5}$  до  $24.8 \pm 1. \text{ дин} \times \text{с}^{-1} \times \text{см}^{-5}$ , хотя и не значимо.

На пятой минуте пробы различия по АДС между группами стали не значимыми, хотя у студентов с семейной отягощенностью оно оставалось более высоким. Более существенные различия были по АДД ( $69.3 \pm 4.3 \text{ мм рт. ст}$  против  $80.8 \pm 5.6 \text{ мм рт. ст}$ ;  $p=0.075$ ). ЧСС снижалась как в основной, так в контрольной группе. Снижение ЧСС, как правило, ассоциируется с некоторым повышением ОПСС. Более значимые различия сохранялись по среднему гидродинамическому давлению ( $p=0.067$ ). Оно оставалось более высоким в группе с СО по АГ в сравнении с группой здоровых студентов без семейной отягощенности. Если в группе здоровых студентов МОК продолжал увеличиваться в соответствии с повышением эмоциональной нагрузки, то в группе с семейной отягощенностью уменьшаться (с  $3687 \pm 351 \text{ мл}$  до  $3151 \pm 305 \text{ мл}$ ). Вероятнее всего, снижение МОК связано с урежением ЧСС, но, в большей степени, с возрастанием ОПСС (с  $52.6 \pm 4.29 \text{ дин} \times \text{с}^{-1} \times \text{см}^{-5}$  до  $58.8 \pm 5.0 \text{ дин} \times \text{с}^{-1} \times \text{см}^{-5}$ ). Несоответствие в величине сдвигов минутного объема циркуляции и периферического сопротивления свидетельствует о нарушении регуляции кровообращения [18, 25]. Если ударный объем в группе контроля продолжал увеличиваться, то в группе с семейной отягощенностью он снижался (с  $48.4 \pm 3.0 \text{ мл}$  до  $45.0 \text{ мл} \pm 3.11 \text{ мл}$ ). Снижение сердечного индекса происходит как в основной (на 9.6%), так и в контрольной (на 6.8%) группах. Адаптационный потенциал сердечнососудистой системы в целом был ниже в группе с семейной отягощенностью ( $2.31 \pm 0.11 \text{ балла}$  против  $2.13 \pm 0,07 \text{ балла}$ ).

Изучение корреляционных связей между показателями гемодинамики на этом этапе исследования показало следующее. Достоверных связей ЧСС с АДС и АДД в группе контроля не было, но была достоверная отрицательная связь с ОПС ( $r=-0.81$ ;  $p=0.027$ ), индексом кровоснабжения ( $r=0.95$ ;  $p=0.0008$ ). В группе с семейной отягощенностью определенная связь ЧСС наблюдается с АДД ( $r=-0.6$ ;  $p=0.061$ ), индексом напряжения миокарда ( $r=0.87$ ;  $p=0.0009$ ), но значимых связей с ОПС и индексом кровоснабжения в отличие от контрольной группы не было.

Корреляционные связи перфузии с показателями гемодинамики в основной группе становятся не значимыми. По-видимому, различия в корреляционных связях перфузии с АД и ЧСС связаны с тем, что на уровне микрососудистых сетей реализуются тесные взаимосвязи гемодинамики и метаболизма (утилизации кислорода), и в этом плане микрогемодинамика является чувствительным индикатором состояния многих гомеостатических функций [95, 96].

На 10 минуте пробы АДС в контрольной группе незначительно увеличилось, а в основной группе, наоборот, снижалось, хотя и не достоверно. АДД в группе контроля продолжало увеличиваться, а в основной группе - практически не изменялось. ЧСС также изменялась по-разному. В основной группе ЧСС продолжала увеличиваться, хотя и не значимо, а в группе контроля - снижаться (с  $84.7 \pm 4.5$  уд/мин до  $79.3 \pm 4.2$  уд/мин). МОК в контрольной группе начинает снижаться, по-видимому, за счет уменьшения ЧСС. В основной группе МОК оставался без изменений, но был меньше по сравнению здоровыми студентами ( $3117 \pm 323$  мл против  $3562 \pm 189$  мл). Если УПС в основной группе продолжало увеличиваться, то в контрольной группе начинало снижаться. Сохранялась высокая активация симпатического отдела ВНС в группе с семейной отягощенностью, о чем свидетельствуют положительные значения ВИК. Достоверные различия между группами сохранялись по индексу кровоснабжения ( $p=0.029$ ), УПС ( $p=0.03$ ) и сердечному индексу ( $p=0.03$ ). Индекс перфузии сохранялся на уровне пятой минуты с

тенденцией к увеличению. Достоверные корреляционные связи индекса перфузии с АДС ( $p=0.005$ ) и АДД ( $p=0.004$ ) сохранялись, но связь с УПС стала не значимой. Значимых связей ЧСС с АДС, АДД не было в группе с семейной отягощенностью по АГ. В контрольной же группе достоверные связи ЧСС были с АДСр ( $r=0.71$ ;  $p=0.046$ ) и ИНМ ( $r=0.9$ ;  $p=0.002$ ). Можно предполагать, что изменения перфузии у лиц с семейной отягощенностью отражают общее состояние периферического кровотока. Так, в работе [237] было показано, что изменения кожной гемодинамики у молодых пациентов с диабетом 1 типа выявлялись за несколько лет до появления первых изменений органной микроциркуляции.

Таким образом, в результате выполненного исследования выявлены достоверные отличия между студентами с семейной отягощенностью по АГ и практически здоровыми лицами по средним величинам основных показателей гемодинамики в условиях относительного покоя. У студентов с наследственной отягощенностью по АГ обнаружены достоверно более высокие значения АДД, среднего гемодинамического давления и удельного периферического сопротивления. Это дает основание для проведения ранних профилактических мероприятий для снижения риска развития артериальной гипертензии в будущем. Степень изменения показателей гемодинамики (АД, ЧСС, УПС) при проведении пробы с психоэмоциональной нагрузкой оказалась выше у студентов с наследственной отягощенностью по АГ, что свидетельствует о гиперреактивности сердечно-сосудистой системы у данного контингента. Вегетативное обеспечение деятельности у здоровых идет преимущественно за счет увеличения частоты сердечных сокращений, а у лиц с наследственной отягощенностью – за счет снижения сосудистого тонуса. При этом особый интерес представляют различия вегетативного тонуса со сдвигами в симпато- и ваготонию у лиц с семейной отягощенностью по АГ в процессе выполнения пробы с дозируемой нагрузкой. Динамика изменения вегетативного индекса Кердо у студентов с семейной отягощенностью указывает на лабильность сосудистого тонуса и сдвиг вегетативного тонуса в сторону ваготонии у этого

контингента. Повышение АД в ответ на психоэмоциональную нагрузку связано с активизацией процессов регулирующих АД и пульс, поэтому реакция гемодинамики на моделируемый стресс может быть хорошим показателем состояния АД. Число достоверных корреляционных связей внутри системы можно считать показателем активности данной системы в обеспечении определенной функции. В данном случае речь идет об эффективности кровоснабжения, выполняемой ВНС. У студентов с семейной отягощенностью снижаются внутрисистемные связи показателей центральной гемодинамики и изменяется связь между центральной гемодинамикой и системой вегетативной регуляции. При семейной отягощенности по артериальной гипертензии у лиц молодого возраста выявлено снижение индекса перфузии по сравнению со здоровыми студентами. При дозированной стрессовой нагрузке у лиц молодого возраста с семейной отягощенностью по АГ интенсивность перфузии связана с активностью симпатического отдела ВНС. Корреляционные связи индекса перфузии с показателями гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью отличаются от таковых у здоровых студентов. Таким образом, проба с дозируемой психоэмоциональной нагрузкой расширяет диагностические возможности оценки регуляции гемодинамики в зависимости от исходного вегетативного тонуса.

#### *3.2.4. Особенности реакции церебральной гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии на дозируемую эмоциональную нагрузку*

Студенты с семейной отягощенностью и студенты без отягощенности по АГ в целом не различались достоверно по показателям церебральной гемодинамики в состоянии покоя. Это, по-видимому, объясняется тем, что мозговой кровоток характеризуется относительной стабильностью, поскольку его основная задача - минимизировать отклонения циркуляторного гомеостаза головного мозга при различных функциональных состояниях организма [32, 158]. В бассейне внутренней сонной артерии (ВСА) основные показатели реографический индекс (РИ), амплитудно частотный показатель (АЧП),

максимальная скорость периода быстрого наполнения ( $V_{\text{макс.}}$ ), средняя скорость медленного наполнения ( $V_{\text{ср.}}$ ), дикротический индекс (ДИК), диастолический индекс (ДИА), и показатель венозного оттока (ПВО) были в пределах возрастной нормы, как в основной, так и в контрольной группе. В вертебро-базиллярном бассейне также не выявлено достоверных различий по данным показателям.

Раздельная оценка показателей церебральной гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью между полушариями показала достоверные различия только в значения ПВО в бассейне ВСА ( $12,11 \pm 2.34$  у.е. во фронтотомоидальном отведении слева против  $21.72 \pm 3.63$  у.е. справа,  $p=0.026$ ) в исходном состоянии. Ассиметрии кровенаполнения в вертебро-базиллярном бассейне не выявлено. У здоровых студентов различий кровенаполнения в бассейне ВСА справа и слева не выявлено. Также не было достоверных различий в кровенаполнении и в позвоночных артериях справа и слева.

Анализ показателей церебральной гемодинамики с учетом исходного вегетативного тонуса показал следующее. Достоверных различий между ваготониками и нормотониками слева во фронтотомоидальном отведении (FM) не выявлено. Определенные различия в FM - отведении выявлены с другой стороны (справа). Так, ДИК у ваготоников составил  $69.06 \pm 7.27$  %, а у нормотоников  $57.48 \pm 3.16$ %,  $p=0.057$ , ДИА соответственно  $70.82 \pm 4.34$ % против  $59.8 \pm 4.9$ %,  $p=0.067$ . Не выявлено значимых различий между ваготониками и нормотониками в бассейне позвоночной артерии слева и справа. Достоверных различий между симпатониками и нормотониками как во фронтотомоидальном, так и вертебро-базиллярном отведениях справа и слева также не обнаружено. Различия выявлены между симпатониками и ваготониками во фронтотомоидальном отведении слева. Так, АЧП у ваготоников составил  $1.33 \pm 0.17$  у.е. против  $2.35 \pm 0.27$  у.е. у симпатоников,  $p=0.019$ , а ДИК  $69.06 \pm 7.27$ % против  $46.3 \pm 7.1$ %,  $p=0.038$  соответственно. ДИА также был достоверно больше у ваготоников ( $70.82 \pm 4.34$ % против  $58.36 \pm 2.17$ %,  $p=0.027$ ). В вертебро-базиллярном бассейне слева определенные различия были только в

значении ДИА ( $74.25 \pm 3.8\%$  против  $58.68 \pm 2.3\%$  у симпатоников,  $p=0.062$ ). Достоверные различия между симпатониками и ваготониками во фронтотомастоидальном отведении выявлены и справа (рис.1). Так, АЧП у ваготоников составил  $1.46 \pm 0.19$  у.е. против  $2.44 \pm 0.31$  у.е. у симпатоников ( $p=0.015$ ), а ДИК соответственно  $75.18-8.87\%$  против  $47.43 \pm 7.3\%$  ( $p=0.019$ ). Возможно, они связаны с изменением упруго-эластических свойств периферических сосудов и отражают дефицит кровоснабжения [39, 40, 109, 175]. ДИА также был достоверно больше у ваготоников ( $74,2 \pm 3.86\%$  против  $58.68 \pm 2.30$ ,  $p=0.013$ ). Известно, что повышение тонуса мозговых сосудов у детей и подростков коррелирует с развитием синдрома минимальной мозговой дисфункции [59, 72].

У здоровых студентов достоверных различий в показателях РЭГ между ваготониками и нормотониками во фронтотомастоидальном отведении слева и справа не обнаружено. Однако, выявлены различия между данными группами в вертебробазилярном бассейне слева. Так, АЧП был существенно больше у нормотоников ( $1.6 \pm 0.1$  у.е. против  $1.15 \pm 0.1$  у.е. у ваготоников,  $p=0.04$ ). Максимальная и средняя скорость кровотока также были больше у лиц с нормотоническим типом регуляции ( $2.03 \pm 0.12$  Ом/с и  $1.02 \pm 0.12$  Ом/с против  $1.66 \pm 0.15$  Ом/с и  $0.86 \pm 0.08$  Ом/с соответственно,  $p=0.021$  и  $p=0.089$ ). Аналогичные различия в этом бассейне выявлены и справа по АЧП,  $p=0.022$ ; максимальной скорости,  $p=0.017$ ; и средней скорости,  $p=0.065$ ). Сравнение показателей РЭГ между нормотониками и симпатониками выявило определенные различия только по величине АЧП во фронтотомастоидальном отведении слева. Последний был больше у лиц с доминированием симпатического отдела ВНС ( $p=0.076$ ) справа в том же отведении. В вертебробазилярном бассейне выявлены достоверные различия только по величине ПВО справа ( $14.9 \pm 4.22\%$  у нормотоников против  $33.14 \pm 5.81\%$  у симпатотоников,  $p=0.006$ ).

Сравнение РЭГ у студентов контрольной группы с группой лиц с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии достоверных различий во фронтотастоидальном и в вертебробазиллярном бассейнах справа и слева с доминированием симпатического отдела ВНС не выявлено. Достоверных различий у студентов с нормотоническим типом ВНС в фронтотастоидальном отведении также не выявлено, однако определенные различия были обнаружены в вертебробазиллярном отведении. РИ был меньше у студентов с семейной отягощенностью по АГ ( $1.3 \pm 0.13$  у. е. против  $1.0 \pm 0.11$  у. е.,  $p=0.061$ ) и АЧП также был больше в контрольной группе ( $1.6 \pm 0.16$  у. е. против  $1.15 \pm 0.13$  у. е.,  $p=0.02$ ). Сравнение РЭГ студентов контрольной группы с группой лиц с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии достоверных различий во фронтотастоидальном и в вертебробазиллярном бассейнах справа и слева с доминированием парасимпатического отдела ВНС не выявлено.

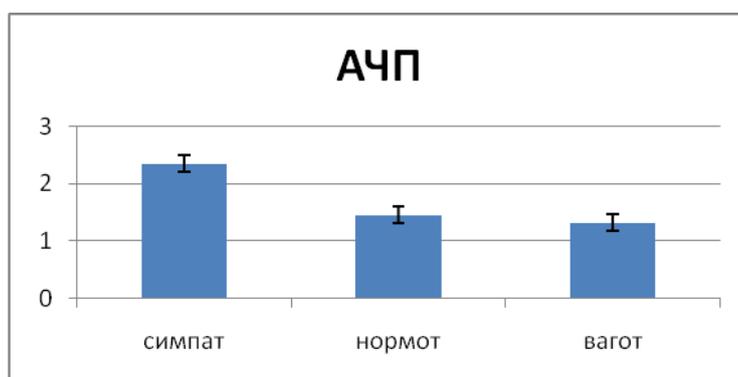


Рис.1. Амплитудно частотный показатель у студентов с семейной отягощенностью с разным исходным вегетативным тонусом. Различия между нормотониками и симпатотониками достоверны ( $p=0.019$ ) и между симпатотониками и ваготониками достоверны ( $p=0.015$ ).

В качестве объективных методов используют реакцию отдельных параметров гемодинамики, вариабельность сердечного ритма [31, 125].

Изучение реакции церебральной гемодинамики на дозированную эмоциональную нагрузку в контрольной группе показало следующее. У симпатотоников контрольной группы дозированная стрессовая нагрузка не выявила достоверных изменений церебральной гемодинамики, ни в бассейне

ВСА, ни в бассейне позвоночных артерий. По-видимому, это объясняется способностью мозговых сосудов сохранять относительно неизменной объемную скорость мозгового кровотока в широких пределах [146]. У нормотоников достоверные изменения выявлены только в величине ДИК (с  $45.58 \pm 7.40\%$  в покое до  $69.65\%$  после нагрузки,  $p=0.048$ ) и определенные сдвиги ДИА (с  $56.98 \pm 7.40\%$  в покое до  $72.11 \pm 6.03\%$  после нагрузки,  $p=0.098$ ) в фронтотомоидальном отведении. Эти же показатели изменялись и в вертебробазиллярном отведении. ДИК увеличился с  $57.64 \pm 6.90\%$  в покое до  $82.38 \pm 5.43\%$  после нагрузки,  $p=0.032$ , а ДИА с  $65.93 \pm 5.61\%$  до  $83.82 \pm 4.82\%$ ,  $p=0.026$  соответственно. У лиц с ваготоническим типом регуляции в фронтотомоидальном и вертебробазиллярном отведениях достоверных изменений показателей гемодинамики не выявлено.

Изучение реакции церебральной гемодинамики на дозированную эмоциональную нагрузку у лиц с семейной отягощенностью показало следующее. У симпатотоников основной группы дозированная стрессовая нагрузка не привела к достоверным изменениям ни в бассейне сонных артерий, ни в бассейне позвоночных артерий. У нормотоников дозированная стрессовая нагрузка также не привела к достоверным изменениям ни в бассейне сонных артерий ни в бассейне позвоночных артерий. У лиц с ваготоническим типом регуляции в фронтотомоидальном отведении достоверных изменений показателей гемодинамики не выявлено, однако наблюдалось определенное снижение АЧП (с  $1.12 \pm 0.14$  у.е. в покое до  $0.92 \pm 0.12$  у.е. после нагрузки,  $p=0.081$ ) в вертебробазиллярном бассейне. Наличие предпосылок к изменению кровоснабжения мозга у лиц с семейной отягощенностью можно рассматривать как один из механизмов начального этапа развития недостаточности мозгового кровообращения [104].

Анализ изменений РЭГ при выполнении стрессовой нагрузки выявил два варианта реакции церебральной гемодинамики. В одном случае стрессовая нагрузка приводит к увеличению такого важного показателя как РИ, в другом, наоборот – к снижению (Рис. 2). При анализе изменений во фронтальных

областях (отведение FM в контрольной группе выявлено увеличение РИ (с  $1.73 \pm 0.26$  у.е до  $2.21 \pm 0.021$  у.е,  $p=0.006$ ), уровня объемного кровенаполнения (с  $2.08 \pm 0.35$  у.е до  $2.59 \pm 0.26$  у.е,  $p=0.026$ ),  $V_{\max}$  (с  $2.77 \pm 0.44$  Ом/с до  $3.34 \pm 0.39$  Ом/с,  $p=0.014$  и средней скорости кровотока (с  $1.46 \pm 0.24$  Ом/с до  $1.86 \pm 0.17$  Ом/с,  $p=0.02$ ). Другие показатели изменились не значимо. В окципито-мастоидальном отведении значимых изменений гемодинамики не выявлено.

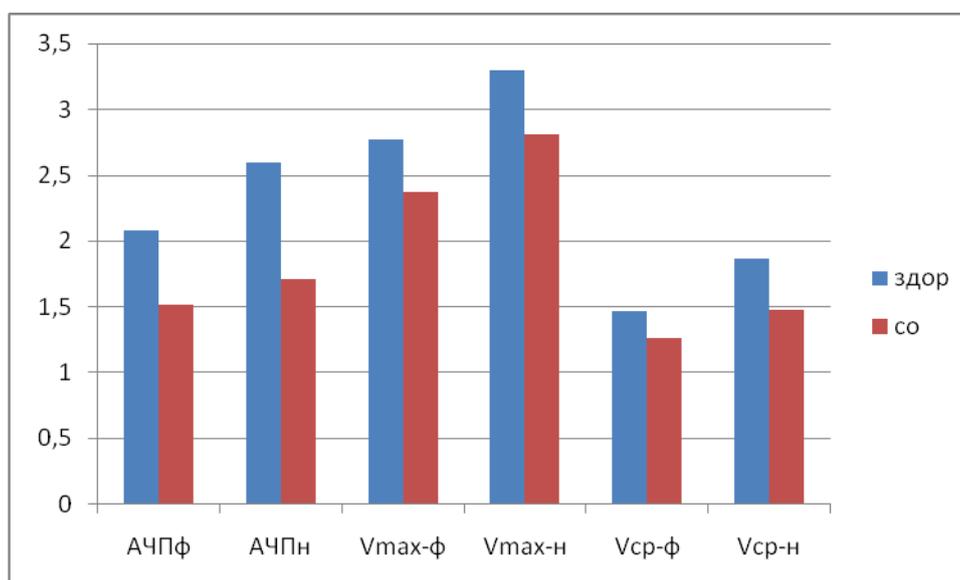


Рис. 2. Сравнительные реоэнцефалографические показатели у здоровых и студентов с семенной

В другой подгруппе, где РИ снижался, изменения гемодинамики были следующими. Уровень объемного кровенаполнения во фронтальных областях (отведение FM) снижался с  $2.20 \pm 0.19$  у.е до  $1.84 \pm 0.22$  у.е,  $p=0.002$ ). Другие показатели РЭГ значимо не изменились. В окципито-мастоидальном отведении выявлены значимые изменения РИ, АЧП, максимальной и средней скоростей кровенаполнения, ДИК, а также ДИА. Только значения ПВО не изменились. РИ снизился с  $1,2 \pm 0.08$  до  $0.94 \pm 0.072$ ,  $p=0.02$ , АЧП с  $1.46 \pm 0.12$  до  $1.10 \pm 0.042$ ,  $p=0.01$ ;  $V_{\max}$ . с  $1.77 \pm 0.14$  Ом/с до  $1.46 \pm 0.07$  Ом/с,  $p=0.03$ ;  $V_{cp}$ . с  $0.87 \pm 0.072$  Ом/с до  $0.71 \pm 0.04$  Ом/с,  $p=0.026$ . В то же время происходит увеличение ДИК (с  $67.57 \pm 4.14\%$  до  $78.46 \pm 5.57$ ,  $p=0.075$ ) и ДИА (с  $69.5 \pm 3.67\%$  до  $80.3 \pm 4.8\%$ ,  $p=0.048$ ).

В группе с семейной отягощенностью по АГ изменения РЭГ были следующими. В подгруппе, где после стрессовой нагрузки РИ уменьшается, происходит следующее. Во фронтальных областях (отведение FM) не выявлено значимых изменений церебральной гемодинамики, только наблюдается снижение средней скорости кровенаполнения (с  $1.76 \pm 0.17$  Ом/с до  $1.57 \pm 0.17$  Ом/с,  $p=0.09$ ). В окципитомастоидальном отведении также выявлены снижение средней скорости кровенаполнения (с  $1.12 \pm 0.14$  Ом/с до  $0.97 \pm 0.12$  Ом/с,  $p=0.073$ ).

В подгруппе, где после стрессовой нагрузки РИ увеличивается, происходит следующее. Во фронто-мастоидальном отведении слева выявлены значимые изменения РИ, АЧП, максимальной и средней скоростей кровенаполнения. ДИК, ДИА и ПВО не изменились. АЧП увеличивается (с  $1.51 \pm 0.18$  до  $1.71 \pm 0.20$ ,  $p=0.077$ ),  $V_{\text{макс}}$  увеличивается с  $2.37 \pm 0.34$  до  $2.81 \pm 0.27$ ,  $p=0.043$ ), а средняя скорость с  $1.26 \pm 0.15$  Ом/с до  $1.47 \pm 0.15$  Ом/с,  $p=0.046$ ). В окципитомастоидальном отведении слева выявлено снижение РИ с  $1.03$  до  $\pm 0.11$  усл. ед. до  $0.99 \pm 0.08$  усл. ед. Максимальная и средняя скорости практически не изменялись. ДИК увеличивался с  $67.7 \pm 4.61\%$  до  $86.4 \pm 10.9\%$ , а ДИА (с  $76.1 \pm 4.7\%$  до  $88.6 \pm 7.86\%$ ,  $p=0.06$ ). ПВО снижался с  $17.2 \pm 3.01\%$  до  $14.8 \pm 4.12\%$ .

Во фронтомастоидальном отведении справа выявлены значимые изменения только максимальной и средней скорости ( $p=0.066$  и  $p=0.036$  соответственно). РИ и АЧП также увеличивались, но не значимо. В окципитомастоидальном отведении справа достоверных изменений показателей РЭГ не выявлено. Однако, следует отметить, что максимальная скорость и средняя скорости увеличивались. Также наблюдалось увеличение ДИК и ДИА, а ПВО практически не изменялось. Подобную реакцию церебральной гемодинамики у здоровых студентов при умственной нагрузке выявили Федоров В.Н., Гоненко С.В. [165]. По мнению этих авторов, изменения церебральной гемодинамики свидетельствуют о том, что высокая умственная нагрузка вызывает уменьшение кровенаполнения мозговых сосудов. Такая реакция является отражением переутомления и указывает на напряжение

адаптационно-компенсаторных механизмов регуляции мозговой гемодинамики у студентов в процессе обучения.

Выявленные особенности в состоянии мозговой гемодинамики у студентов в зависимости от доминирования отдела ВНС можно объяснить, исходя из концепции [21] наличия в структурно-функциональных системах обеспечения мозговой деятельности не только постоянных «жестких», но и переменных «гибких» звеньев. Согласно концепции этого автора, система имеет жесткие звенья, обязательные для данной деятельности мозга. Она работает независимо от изменений внешней среды, а гибкие звенья функционируют в определенных условиях среды. Именно такое сочетание, по мнению автора, может обеспечить экономичность и надежность функционирования мозга. Однако, полученные нами данные свидетельствуют об отличиях мозговой гемодинамики у студентов с семейной отягощенностью по сравнению со здоровыми лицами без семейной отягощенности по артериальной гипертензии. Достоверные различия мозговой гемодинамики в бассейне позвоночных артерий выявлены также у здоровых лиц с артериальной гипотензией [150]. Как указывают данные авторы, у лиц с артериальной гипотензией выше тонус сосудов сопротивления, а также больше периферическое сосудистое сопротивление.

Таким образом, уровень объемного кровенаполнения мозга у студентов с семейной отягощенностью в покое и при стрессовых нагрузках оказался ниже, чем у здоровых. Показатели церебральной гемодинамики (что следует из снижения РИ, АЧП и повышения ДИК, ДИА) меньше у студентов с семейной отягощенностью при доминировании парасимпатического отдела ВНС по сравнению с нормотониками и симпатотониками. У здоровых студентов типологические различия церебральной гемодинамики не выявлены.

## Заключение

Главной задачей настоящего исследования было выявление особенностей вегетативной регуляции кардиоритма и центральной гемодинамики у клинически здоровых студентов в контексте семейной отягощенности по артериальной гипертензии с разным исходным вегетативным тонусом. В результате проведенного исследования удалось доказать, что семейная отягощенность по артериальной гипертензии влияет как на показатели центральной гемодинамики, так и на структур сердечного ритма, но также определяется и исходным вегетативным тонусом.

Результаты исследования выявили различия в показателях сердечно-сосудистой системы у юношей и девушек в зависимости от исходного вегетативного тонуса независимо от семейной отягощенности. Общее периферическое сосудистое сопротивление было значимо больше, а МОК и сердечный индекс меньше у здоровых юношей с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Причем на старших курсах происходит достоверный рост ОПСС ( $p=0.045$ ) и снижение МОК ( $p=0.006$ ). Достоверные различия по величине МОК, сердечному индексу, ОПСС выявлены между нормотониками и симпатотониками и между нормотониками и ваготониками у юношей младших курсов с семейной отягощенностью в отличие от здоровых. На старших курсах данная тенденция сохраняется, но дополнительно возникают отличия по АДС ( $p=0.03$ ) между нормотониками и ваготониками. Характерно, что при доминировании парасимпатического отдела ВНС частота сердечных сокращений ( $p=0.02$ ), МОК ( $p=0.06$ ), ОПСС ( $p=0.045$ ) значимо отличаются и у здоровых юношей младших и старших курсов, а у студентов с семейной отягощенностью в этих же возрастных группах дополнительно возникают отличия и по АДС ( $p=0.04$ ), и в целом по адаптационному потенциалу сердечно-сосудистой системы ( $P=0.007$ ). В то же время достоверных различий показателей гемодинамики между студентами старших и младших курсов с семейной отягощенностью и здоровых студентов с нормотоническим и симпатотоническим типами ВНС выявлено не было. Действительно, в

исследованиях Н.А. Агаджаняна [1], Максимова А.Л., Лоскутовой А.Н [107] показано, что адаптация к дискомфортной среде Севера максимальна у лиц молодого возраста с нормотоническим типом ВНС и минимальна – с доминированием симпатического отдела ВНС.

В отличие от юношей, значимые различия в значениях показателей гемодинамики выявлены у девушек с семейной отягощенностью при доминировании и симпатического отдела ВНС на младших и старших курсах. АДС ( $p=0.001$ ), АДД ( $p=0.003$ ) были больше, а УО ( $p=0.011$ ) меньше у студенток старших курсов. Можно полагать, что изменение показателей гемодинамики у лиц женского пола в большей степени определяется активностью симпатического отдела ВНС. По мнению некоторых авторов, преобладание тонуса симпатической нервной системы над тонусом парасимпатической играет существенную роль в обеспечении биоэнергетических процессов субстратами [1, 152].

По результатам нашей работы также выявлено и изменение структуры сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии с разным исходным тонусом ВНС. У юношей младших курсов с семейной отягощенностью по АГ при доминировании симпатического отдела ВНС зарегистрировано выраженное снижение variability сердечного ритма. Характерно значительное уменьшение временных показателей (SDNN, RMSSD и  $pNN_{50}$ ), по сравнению с нормотониками и ваготониками. По мнению ряда авторов, выявленные изменения отражают снижение суммарного эффекта вегетативной регуляции ритма сердца, в первую очередь за счет уменьшения активности парасимпатического звена вегетативной [173].

Типичным для юношей и девушек с семейной отягощенностью становится преобладание очень низких частот (VLF) и низких частот (LF) в спектре сердечного ритма, что указывает на централизацию в управлении сердечным ритмом. В то же время у здоровых испытуемых без семейной отягощенности доминировал HF домен. На старших курсах эта тенденция сохраняется, причем

доля VLF и LF продолжает расти, а HF – домен начинает уменьшаться, что указывает на ведущую роль центральных механизмов в управлении сердечным ритмом. В то же время у девушек старших курсов с семейной отягощенностью с исходным ваготоническим типом ВНС характерно дальнейшее усиление вагусных влияний.

На всех этапах экзамена артериальное давление у студентов с семейной отягощенностью по АГ было значимо выше по сравнению со здоровыми студентами. Более медленное восстановление АД характерно для лиц с семейной отягощенностью при доминировании парасимпатического отдела ВНС. Характерны различные корреляционные связи между ЧСС и показателями гемодинамики у здоровых студентов и студентов с семейной отягощенностью на всех этапах экзамена. Причем характер корреляционных связей зависит как от типа доминирования ВНС, так и от семейной отягощенности по АГ. Различия в характере корреляционных связей ЧСС с показателями гемодинамики у лиц с семейной отягощенностью, по сравнению со здоровыми студентами, могут указывать на качественную перестройку механизмов регуляции сосудистого тонуса у данной категории лиц.

Также существенно отличались и структура сердечного ритма у лиц с семейной отягощенностью. У студентов с СО в спектре сердечного ритма доминировал VLF диапазон (39.4%) над LF компонентом (27.3%), а у здоровых – LF над VLF (40.15% и 37.3% соответственно). Доминирование VLF диапазона в структуре сердечного ритма у лиц с семейной отягощенностью по АГ свидетельствует об отчетливом усилении центральных влияний [126, 143]. После экзамена у студентов с семейной отягощенностью были более высокие значения SDNN, rMSSD и pNN50, что отражает тенденцию к превалированию парасимпатических влияний и, вероятно, указывает на более выраженное утомление организма студентов.

Анализ данных реакции центральной гемодинамики на дозируемый стресс выявил различия между здоровыми и лицами с семейной отягощенностью. Увеличение МОК у здоровых, в ответ на увеличение

нагрузки, идет преимущественно за счет увеличения ЧСС, у лиц с семейной отягощенностью - идет преимущественно за счет снижения удельного периферического сопротивления. Это указывает на разную активность нейрогенного и миогенного контуров регуляции крови в микроциркуляторном русле. Подтверждением разных механизмов, участвующих в вегетативном обеспечении деятельности у здоровых и лиц с семейной отягощенностью, служит и разный характер корреляционных связей между показателями гемодинамики и индексом перфузии.

Для лиц с семейной отягощенностью также характерны различия в церебральной гемодинамике в зависимости от исходного вегетативного тонуса. Уровень объемного кровенаполнения (АЧП) у ваготоников во фронтомастоидальном и окципитомастоидальном отведениях был ниже по сравнению с нормотониками и с симпатотониками с семейной отягощенностью по АГ. У практически здоровых студентов таких различий в церебральной гемодинамике не выявлено. Информационная стрессовая нагрузка вызвала изменение кровенаполнения мозга как у практически здоровых, так и у лиц с семейной отягощенностью, однако и объемные и скоростные показатели церебральной гемодинамики у лиц с семейной отягощенностью были меньше. Наличие предпосылок к изменению кровоснабжения мозга у лиц с семейной отягощенностью можно рассматривать как один из механизмов начального этапа развития недостаточности мозгового кровообращения [104, 117]. Это также находит свое подтверждение и в работах [59, 150]. Причем в ряде случаев артериальная гипотензия в юношеском возрасте, может перейти в гипертензию в зрелом возрасте [72].

## ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты исследования подтверждают влияние семейной отягощенности по артериальной гипертензии на изменения параметров центральной, церебральной гемодинамики и ВСР у клинически здоровых студентов.

2. У девушек младших курсов различия параметров гемодинамики в зависимости от преобладающего типа ВНС выявлены как у здоровых студентов, так и у лиц с семейной отягощенностью по АГ. Наибольшие по выраженности изменения показателей гемодинамики (достоверное увеличение АДС, АДД, СрГД и снижение УО) в процессе обучения выявлены у студенток с семейной отягощенностью только на старших курсах при преобладающем симпатическом типе регуляции. У юношей достоверные различия гемодинамики в зависимости от типа ВНС проявляются только на старших курсах. Достоверных различий показателей гемодинамики в группах здоровых юношей с разным тонусом ВНС в процессе обучения не выявлено.

3. Параметры сердечного ритма имеют отличительные особенности у испытуемых с семейной отягощенностью по АГ по сравнению со здоровыми лицами без отягощенности. Причем структура сердечного ритма зависит от преобладающего типа вегетативной регуляции. Типичным для студентов с семейной отягощенностью является смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических и центральных влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы (что следует из увеличения АМо, ИН, вклада LF и VLF). Для лиц женского пола с семейной отягощенностью по АГ характерна большая вовлеченность центральных механизмов (доля VLF была больше LF) в регуляции сердечно-сосудистой системы. Эти факты могут рассматриваться как доминирование корково-гипоталамических структур над автономным контуром регуляции у студентов при семейной отягощенности по АГ и снижение вклада парасимпатической нервной системы в общую регуляцию ритма сердца. В то же время у здоровых студентов без отягощенности по АГ, независимо от типа вегетативной регуляции, доминировал HF домен.

4. Экзаменационный стресс оказывает существенное влияние на параметры гемодинамики и сердечного ритма как у студентов с семейной отягощенностью по АГ, так и у здоровых без наследственной отягощенности. Однако, у студентов с семейной отягощенностью изменения центральной гемодинамики и регуляции ритма сердца более выражены на всех этапах экзамена по сравнению со здоровыми. Наиболее значимые изменения показателей гемодинамики и сердечного ритма как у юношей, так и у девушек с семейной отягощенностью (увеличение значений АДС, АДД, ЧСС, ОПСС, АМо, ИН, LF/HF, VLF) выявлены с исходным симпатическим и ваготоническим типами ВНС. Установлено, что характер реакции сердечно-сосудистой системы на экзаменационный стресс у студентов значительно варьирует в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции. Для студентов с семейной отягощенностью по АГ характерны другие корреляционные отношения между ЧСС и параметрами гемодинамики, что позволяет предположить формирование у них, по сравнению со здоровыми, более жесткой нейровегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

5. Выявлено, что различия в реакции центральной и периферической гемодинамики (индекс перфузии) на дозированный стресс у студентов с семейной отягощенностью по АГ проявляются на всех этапах выполнения пробы. Гемодинамическое обеспечение деятельности у студентов с семейной отягощенностью идет в основном за счет изменения периферического сопротивления сосудов, в то время как у здоровых – путем увеличения ЧСС. Различные соотношения механизмов вегетативной регуляции у студентов с семейной отягощенностью, по сравнению со здоровыми без наследственной отягощенности, подтверждаются и направленностью корреляционных связей между ЧСС и показателями гемодинамики, а также индекса перфузии с гемодинамикой, что свидетельствует о качественной перестройке рассматриваемых взаимоотношений.

6. Уровень объемного кровенаполнения мозга у студентов с семейной отягощенностью в покое и при стрессовых нагрузках ниже, чем у здоровых.

Показатели церебральной гемодинамики (что следует из снижения РИ, АЧП и повышения ДИК, ДИА) ниже у студентов с семейной отягощенностью при доминировании парасимпатического отдела ВНС по сравнению с нормотониками и симпатотониками. У здоровых студентов типологические различия церебральной гемодинамики не выявлены. Наличие предпосылок к изменению кровоснабжения мозга у лиц с семейной отягощенностью можно, вероятно, рассматривать как один из механизмов начального этапа развития недостаточности мозгового кровообращения.

### **Практические рекомендации**

1. Метод расчета показателей гемодинамики с учетом типа исходного вегетативного тонуса, а не только классическое измерение АД, дает существенную и объективную оценку состояния сердечно–сосудистой системы не только для клинически здоровых лиц с семейной отягощенностью по АГ, но и позволяет перейти на индивидуальную оценку риска развития ранней патологии.

2. На основании наших данных можно сделать вывод о том, что у лиц с семейной отягощенностью имеются признаки нарушения автономной регуляции, так что параметры ВРС могут быть использованы для прогнозирования развития АГ.

3. Изменения гемодинамики, РЭГ и вариабельности сердечного ритма у клинически здоровых лиц с семейной отягощенностью по АГ предполагают разработку программ психокорректирующих мероприятий во время учебного процесса, и особенно во время экзаменационных сессий.

## Список литературы

1. Агаджанян, Н.А. Сравнительные особенности variability сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природно-климатических регионах / Н.А. Агаджанян, Т.Е. Батоцыренова, А.Е. Северин, Ю.Н. Семенов // Физиология человека. – 2007. – Том. 33. – №6.– С. 66–70.
2. Александров, А.Б. Информационно-аналитическая система мониторинга здоровья, оценки адаптационного потенциала и риска артериальной гипертензии у студентов вуза: автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. Б. Александров. – Екатеринбург, 2008. – 23 с.
3. Алёхин, И.В. Изменение условий подготовки студентов высших учебных заведений и их адаптации в условиях трансформации российского общества / И.В. Алёхин // Вестник Башкирского университета. – 2008. – № 2. – С. 366-368.
4. Алешина, Е.Н. Организация профилактической работы как приоритетное направление ЛПУ особого типа / Е.Н. Алешина Е.Н., Е.А. Антонова, Э.С. Андрощук // Здоровоохранение. – 2003. – №2. – С. 23-27.
5. Алифанова, Л.А. Роль двигательной активности на уроке / Л.А. Алифанова // Школьные технологии. – 2004. – №5. – С. 20-28.
6. Алтынова, Н.В. Физиологический статус студентов-первокурсников в условиях адаптации к обучению в вузе / Н.В. Алтынова, А.В. Панихина, Н.И. Анисимов, А.А. Шуканов // В мире научных открытий. – 2009. – № 3 (2). – С. 99-103.
7. Андреев, Д.А. Физиологическая, психологическая и профессиональная адаптация студентов в медицинских учебных заведениях / Д.А. Андреев, А.И. Нестеренко, В.Н. Васильев // Физиология человека. – 2007. – Том 33. – № 4. – С. 128.
8. Аринчин, В.Ф. Оценка функционального состояния сердца у детей в онтогенезе / В.Ф. Аринчин // Вопросы охраны материнства и детства. – 1983. – № 2. – С. 21.

9. Артеменков, А.А. Изменения вегетативных функций у студентов при адаптации к умственным нагрузкам / А.А. Артеменков // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 62-64.
10. Баданина, Л. . Анализ современных подходов к организации психолого–педагогического сопровождения студентов на этапе адаптации к ВУЗу / Л.П. Баданина // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2009. – № 83. – С. 99-108.
11. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.Э. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 214 с.
12. Баевский, Р.М. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе изменения адаптационного потенциала системы кровообращения / Р. М. Баевский, А.П. Берсенева, В.К. Вакулин и др. // Здравоохранение РФ.– 1987.– № 8. – С.7-11.
13. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина. 1997. – 265 с.
14. Баевский, Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин, А.П. Гаврилушкин, П.Я. Довгалевский, Ю.А. Кукушкин, Т.Ф. Миронова, Д.А. Прилуцкий, А.В. Семенов, В.Ф. Федоров, А.Н. Флейшман, М.М. Медведев // Вестник аритмологии. – 2002. – № 24. – С. 65 – 86.
15. Баевский, Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине / Р.М. Баевский // Успехи физиол. наук. – 2006. – Том 37. – № 3. – С. 42.
16. Баевский, Р.М. Введение в донологическую диагностику / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Слово, 2008. – 220 с.
17. Баевский, Р.М. Оценка адаптационного риска в системе индивидуального донологического контроля / Р.М. Баевский, А. Г. Черникова

// Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2014. – Т. 100 – № 10. – С. 1180-1194

18. Баранник, И.А. Возрастные особенности кровообращения у практически здоровых мужчин молодого-среднего возраста: автореф. дис. ... биол. наук / И.А. Баранник. — СПб., 2007. — 24 с.

19. Баранов, А.А. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности: Руководство для врачей / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: ГОЭТАР – Медиа, 2007. – 350 с.

20. Батюшин, М. М. Прогнозирование развития артериальной гипертензии на основании результатов проспективного семейного исследования / М. М. Батюшин, В.П. Терентьев // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2004. – №3(5). – С. 4-9.

21. Бехтерева, Н.П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека.– Л.: Медицина. – 1971.– 120 с.

22. Бодров, В.А. Психологический стресс: развитие учения и современное состояние проблемы / В.А. Бодров. – М.: ИП РАН, 2005. – 175 с.

23. Борисов, Э.И. Существующие представления о здоровье и здоровом образе жизни / Э.И. Борисов // Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы: сборник материалов IX международной научно-методической конф. – М., 2006. – С. 159-164.

24. Боташева, М.М. Особенности реакции сердечно-сосудистой и центральной нервной систем у школьников при систематических занятиях на компьютере в разных климато-географических условиях: дис. . канд. биол. наук / М.М. Боташева. – Ставрополь, 2006. – 51 с.

25. Буркова, О.В. Влияние системы Пилатес на развитие физических качеств, коррекцию телосложения и психоэмоциональное состояние женщин среднего возраста: автореф. дис. ... канд. пед. наук / О.В. Буркова. — М., 2008. —25 с.

26. Васильева Л.В. Гендерные особенности факторов регуляции микроциркуляции у лиц с артериальной гипертензии / Л.В. Васильева, Н.А.

- Колесниченко, В.В. Матвеев, В.И. Подзолков // Материалы Российского национального конгресса кардиологов «Интеграция знаний в кардиологии». – 3-5 октября 2012. – С. 89-90.
27. Вейн, А.М. Вегетативные расстройства: клиника. диагностика. лечение / А.М. Вейн. – М. : МИА, 2000. – 725 с.
28. Викулов, А.Д. Кровообращение у спортсменов-пловцов / А.Д. Викулов. - Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2001. – 115 с.
29. Вилков, В.Г. Суточное мониторирование артериального давления в диагностике скрытой гипертензии / В.Г. Вилков; Под ред. С.А. Шальной - Нижний Новгород, 2006. – С. 43-47.
30. Виноградова, А.А. Адаптация студентов младших курсов к обучению в вузе / А.А. Виноградова // Образование и наука. Известия Уральского отделения Российской академии образования. – 2008. – № 3. – С. 37-48.
31. Геворкян, Э.С. Динамика интегральных характеристик variability сердечного ритма и психофизиологических показателей студентов в режиме однодневной и недельной учебной нагрузки / Э.С. Геворкян, С.М. Минасян, Ц.И. Адамян, А.В. Даян, Н.Н. Ксаджикян // Физиология человека. – 2006. – Том 32. – № 4. – С. 57-63.
32. Герман, И. Физика организма человека.– Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", 2011. – 992 с.
33. Гиляревский, С. Р. Вегетативная регуляция сердечно-сосудистой системы у здоровых лиц и больных артериальной гипертензией I степени / С.Р. Гиляревский, И.Г. Андреева, Н.В. Балашова, В.П. Пронина, С.И. Федорова, В.В. Попов // Российский кардиологический журнал. – 2008. – №2. – С. 18-24.
34. Гимаев, Р.Х. Гендерно-возрастные особенности электрофизиологического ремоделирования сердца у больных артериальной гипертензией / Р.Х. Гимаев, В.И. Рузов, В.А. Разин, Е.Е. Юдина // Артериальная гипертензия – 2009. – №1.– 57-64.
35. Глазачев, О.С. Функциональное состояние микроциркуляторного кровотока и нейровегетативной регуляции у молодых людей с различным

- уровнем субъективно переживаемого психологического стресса / О. С. Глазачев, Е. Н. Дудник // Физиология человека. – 2012. – Том 38. – № 5. – С. 50-57
36. Глазунова, И.С. Руководство по профилактике в практическом здравоохранении / И.С. Глазунова. – М.: Медицина, 2000. – 216 с.
37. Горячев, В.А. Особенности околосуточного профиля частоты сердечных сокращений в динамике генетически обусловленной артериальной гипертензии / В.А. Горячев, М.Л. Благоднаров, М.М. Азова, Э.В. Величко, Е.Н. Трухина, В.А. Фролов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2014. – № 2. – С. 12-17.
38. Гречишкина, С.С. Особенности регуляторно-адаптивного и нейрофизиологического статуса студентов, занимавшихся футболом в спортивных секциях / С.С. Гречишкина, Т.Г. Петрова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (31). – С. 145-149.
39. Грибанов, А.В. Мозговая гемодинамика у гиперреактивных детей с дефицитом внимания / А.В. Грибанов, Л.А. Мелькова, Л.Ф. Старцева // Экология человека. – 2013. – №10. – С.49-53.
40. Грибанов, А.В. Мозговая гемодинамика у детей 11-14 лет с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью / А.В. Грибанов, Л.А. Мелькова, Д.М. Федотов // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. – 2014. – № 3. – С.16–26
41. Гукасян, Л.Э. Влияние приема лекарственных трав на сердечную деятельность гимназистов при экзаменационном стрессе / Л.Э. Гукасян, Э.С. Геворкян, С.М. Минасян, А.В. Даян // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 82-84 .
42. Данилова, Н.Н. Изменения вариабельности сердечного ритма при информационной нагрузке / Н.Н. Данилова, С.В. Астафьев // Журн. высш. нерв. деятельности им. Павлова. – 1999. – Том 49. – № 1. – С. 28-38.
43. Данилова, Н.Н. Сердечный ритм и информационная нагрузка / Н.Н. Данилова // Вестник МГУ. Серия 14 (Психология). – 1995. – №4. – С. 14-19.

44. Двоеносов, В.Г. Особенности функционального и психологического состояния студентов с различным вегетативным тонусом в условиях экзаменационного стресса / В.Г. Двоеносов // Учен. зап. Казанского ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2009. – Том 151. – кн. 3. – С. 255–265
45. Дедков, Е. Д. Характеристика студентов старших курсов медицинского вуза / Е.Д. Дедков, Н.И. Вишняков, Е.Н. Пенюгина // Здоровоохранение РФ. - 2003. – №4. – С. 28-29.
46. Демидко, Н. Н. Особенности состояния сердечно-сосудистой системы подростков в городах с разным уровнем промышленного загрязнения / Н. Н. Демидко, Н.К. Гайнанова, Д.Г. Мирошкин, Н.Б. Козликина // Экология человека. – 2011. – № 7. – С. 27–33.
47. Демина, Т.М. Наследственная отягощенность по артериальной гипертензии и первичная профилактика: психологические аспекты проблемы / Т.М. Демина, А.И. Кодочигова, В.Ф. Киричук // Артериальная гипертензия. – 2006. – №4. – С.52-57.
48. Джебраилова, Т.Д. Индивидуальные особенности вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности студентов при компьютерном тестировании / Т.Д. Джебраилова, Р.Г. Сулейманова, Л.И. Иванова, Л.В. Иванова // Физиология человека. – 2012. – Том 38. – № 5. – С. 58-66.
49. Джебраилова, Т.Д. Пространственная организация биопотенциалов коры головного мозга и время принятия решения при целенаправленной деятельности человека / Т.Д. Джебраилова, И.И. Коробейникова, Н.А. Каратыгин, Е.А. Умрюхин // Журн. высш. нервн. деятельности. – 2011. – Том 61, № 2. – С. 180.
50. Димитриев, Д.А. Влияние тревожности на функционирование кардиореспираторной системы / А.Д. Дмитриев, Ю.Д. Карпенко, Е.В. Саперова // Физиология человека. – 2014. – № 4. – С. 91-98.
51. Диордица, Л. В. Двигательная активность и здоровье студентов / Л.В. Диордица // Физическая культура и здоровый образ жизни: сборник материалов

международной научно-практической конференции. – Томск, 2002. – С.101-104.

52. Дорофеева, Н. В. Влияние двигательных режимов на здоровье студентов / Н.В. Дорофеева // Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы: сборник материалов IX международной научно-методической конференции. – Москва, 2006. – С. 210-212.

53. Дуда, И.В. Клиническое акушерство / И.В. Дуда, В.И. Дуда. – М.: Медицина. 1997. – 604 с.

54. Евсевьева М.Е. Особенности психологического статуса: у лиц молодого возраста с признаками артериальной гипертензии / М.Е. Евсевьева, З.В. Кумукова // Российский психиатрический журнал. – 2007. – №3. – С. 53–57.

55. Ефимова, Н. В. Особенности психофизиологического статуса подростков с различной интенсивностью спортивных занятий / Н. В. Ефимова, И. В. Мыльникова // Физиология человека. - 2015. – Том 41.– № 1. – С. 83–88.

56. Жарова, А. В. Здоровье студентов вузов г. Красноярск и оптимизация мероприятий по его сохранению: автореф. дисс. . канд. мед. наук / А. В. Жарова.– Красноярск, 2004. – 25 с.

57. Жданова, Л. А. Особенности здоровья подростков 15 лет, обучающихся в различных условиях (школе, техникуме, ПТУ) / Жданова Л.А. // Охрана здоровья семьи: сб. науч. трудов. – Иваново. – 1996. – С. 222–225.

58. Жидких, Б.Д. Связь variability ритма сердца с выраженностью профессионального стресса у лиц молодого возраста с начальными проявлениями артериальной гипертензии в условиях динамической физической нагрузки / Б.Д. Жидких, Е.В. Швец // Артериальная гипертензия. – 2009 . – Том 15.– №1.– С.62–70

59. Животова, В.А. Сравнительный анализ реоэнцефало–графических показателей детей в норме и при минимальных мозговых дисфункциях: дис. ... канд. биол. / В.А. Животова. – Ростов-на-Дону. – 2011. – 23с.

60. Журавлева, И. В. Здоровье подростков: социологический анализ / И.В.Журавлева – М.: Изд-во Института социологии РАН, 2002. – 240 с.

61. Зайцева, В. В. Компьютерные технологии в физическом воспитании / В.В. Зайцева, В.Д. Сонькин // Физиология развития ребенка / под ред. М. М. Безруких, Д.А. Фарбер.– М.: Образование от А до Я.– 2000. – С.296–312.
62. Зайцева, Г.А. Взаимосвязь физического здоровья и морфофункциональных показателей студенток МИСиС / Г.А.Зайцева // Организация и методика учебного процесса, физкультурно–оздоровительной и спортивной работы: сборник материалов IX международной научно–методической конференции. – Москва, 2006. – С. 217–219.
63. Зайцева, Г. А. Курение как фактор риска заболеваний органов дыхания у студентов специальной медицинской группы / Г.А. Зайцева // Организация и методика учебного процесса, физкультурно- оздоровительной и спортивной работы: сборник материалов IX международной научно-методической конф. - М., 2006. – С. 174–177.
64. Замчий, Т. П. Половые особенности вегетативных реакций на соревновательную нагрузку у спортсменов, занимающихся тяжелой атлетикой / Т.П. Замчий, Ю.В. Корягина, М.Х. Спатаева // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. – 2013. – Том 1, № 1. – С. 43–50.
65. Зарубина, Е. Г. Роль генетической предрасположенности в развитии сердечно-сосудистой патологии у лиц молодого возраста с нарушением режима труда и отдыха / Зарубина Е.Г., Асеева Е.В. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11. – С.31–37.
66. Иванов, А. Г. Комплексная медико-социальная оценка репродуктивного потенциала современной молодежи (на модели Тверской области): автореф. дис. ... докт. мед. наук / А.Г. Иванов. – Тверь, 2005. – 35 с.
67. Иванов, А. Г. Медико-социальные проблемы репродуктивного потенциала молодежи / А.Г. Иванов. – Тверь: Триада, 2004. – 112 с.
68. Изаак, С. И. Модель популяционного мониторинга состояния физического здоровья детей, подростков и молодёжи / С.И. Изаак // Здоровье населения и среда обитания. – 2004. – №3. – С. 8–12.

69. Изаак, С.И. Состояние физического развития и физической подготовленности молодого поколения России и их возрастная коррекция на основе технологии популяционного мониторинга: автореф. дисс. ... докт. мед. наук / С.И. Изаак. – СПб.: СПбГУФК.–, 2006. – 55 с.
70. Извольская, А.А. Возрастные особенности развития личности студента как фактор адаптации к процессу обучения в вузе / А.А. Извольская // Молодой ученый. – 2010. – № 6. – С. 327–329.
71. Исхакова, А. Т. Уровень функционального напряжения центрального контура регуляции ритма сердца детей разных стадий биологической зрелости / А.Т. Исхакова, Р.Г. Ардеев, Н.О. Кузнецова // Новые исследования. – 2004. – № 12. – С. 58.
72. Кадыков, А.С. Профилактика повторного ишемического инсульта / А.С.Кадыков, Н.В. Шахпаронова // Consilium Medscum Ukraina. – 2008. – № 2.– Т 2. – С. 30–32.
73. Какорина, Е.П. Социально-гигиенические особенности формирования здоровья населения в современных условиях: автореф. дис. ... докт. мед. наук / Е.П. Какорина. – Москва, 1999. – 48 с.
74. Кантимирова, Е.А. Эффективность сна как маркер здоровья студентов младших и старших курсов медицинского университета / Е.А. Кантимирова, Т.С. Маховская, А.Ю. Галась, М.М. Петрова, Н.А. Шнайдер, Д.В. Дмитренко, К.А. Газенкампф, О.С. Грушкина, И.В. Романова, Н.Н. Медведева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4.– С.34–39.
75. Караваев, А.С. Фазовый и частотный захват 0.1 Гц колебаний в ритме сердца и барорефлекторной регуляции артериального давления дыханием с линейно меняющейся частотой у здоровых лиц / А.С. Караваев, А.Р. Киселев, В.И.Гриднев и др. // Физиология человека. – 2013. – Т. 39. – № 4. – Р. 93–104.
76. Кашина, Ю.В. Гендерные особенности регуляторно–адаптивного статуса студентов второго курса в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 100. – С. 245–255.

77. Кашина, Ю.В. Интегративная оценка адаптации студентов к учебному процессу / Ю.В. Кашина // *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*. – 2015. – № 2–2 (2). – Р. 87–93.

78. Кашина, Ю.В. Регуляторно-адаптивный статус у студентов-девушек в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // *Кубанский научный медицинский вестник*. – 2011. – № 4. – С. 118–121.

79. Ким, В.Н. Доклиническая оценка нарушений сосудистой и вегетативной реактивности у молодых юношей-студентов с факторами риска атеросклероза / В.Н. Ким, Р.С. Карпов, Г.В. Кривулина // *Кардиология*. – 2006. – №6. – С. 49–52.

80. Киселев, В.И. Оценка адаптационного резерва вегетативной регуляции сердца на основе динамических показателей вариабельности сердечного ритма / А.Р. Киселев, В.И. Гриднев, О.М. Посненкова // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2006. – Т. 5. – № 6. – Приложение 1. – С. 179

81. Кислицын, Ю.Л. Методика комплексной оценки уровня физического развития и функциональных возможностей студентов РУДН / Ю.Л. Кислицын, В.С. Анищенко, В.П. Недобывайло, И.А. Пермяков. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 42с.

82. Кисляк, О.А. Артериальная гипертензия в подростковом возрасте / О.А. Кисляк. – М: Миклош, 2007. – 288 с.

83. Кисляк, О.А. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у подростков с артериальной гипертензией / О.А. Кисляк, Г.И. Сторжаков, Е.В. Петрова и др. // *Педиатрия*. – 2003. – №2. – С. 16–20.

84. Климантова, Г.Т. Здоровая семья - здоровое поколение (информационно-аналитический обзор) / Г.И. Климантова // *Аналитический вестник*. – 2001. – №13. – С. 36–53.

85. Кобалава, Ж.Д. Артериальное давление в исследовательской и клинической практике / Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Хирманов; Под ред. В.С. Моисеева, Р.С. Карпова. – М., 2004. – 384 с.
86. Кобалава, Ж.Д. Взаимосвязь массы миокарда левого желудочка с показателями клинического, амбулаторного и центрального артериального давления у молодых мужчин / Ж.Д.Кобалава, Ю.В. Котовская, Р.Ю. Кобзев, А.Ф. Сафарова, В.Р. Юртаева, П.К. Мухамедали // Артериальная гипертензия. – 2010. – Т.16, №2. – С. 150–155.
87. Кобалава, Ж.Д. Фенотипы артериального давления у молодых мужчин / Ж. Д. Кобалава, Ю. В. Котовская, Р. Ю. Кобзев // Кардиология. – 2009. – №12. – С. 23–28.
88. Конради, А.О. Показатели вариабельности ритма сердца у больных гипертонической болезнью // А.О. Конради, И.И. Усачев, Шляхто Е.В / Международный симпозиум "Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение". Тезисы докладов. – Ижевск, 1996. – С. 41–42.
89. Корнильева, И.В. Медико-социальные факторы формирования «сердечно–сосудистого здоровья» населения / И.В. Корнильева, С.А. Шальнова, К.И. Иванов // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2004. – №4. – С. 3–6.
90. Косовский, Г. В. Основные тенденции заболеваемости по обращаемости среди студентов вузов / Г.В. Косовский // Проблемы управления здравоохранением. – 2006. – № 1. – С. 52–56.
91. Косолапов, А. Б. Проблемы изучения, сохранения и развития здоровья студентов / А. Б. Косолапов. – Владивосток, 2003. – 25с.
92. Косолапов, А.Б. Разработка системы скринингового контроля за состоянием здоровья студентов и методик его коррекции на основе принципов пищевой и физиотерапевтической санации / А.Б. Косолапов, Е.И. Цыбулько, Т.П. Юдина, Е.В. Макарова // Валеология. – 2002. – №3. – С. 37–43

93. Косолапов, А. Б. Комплексная динамическая оценка состояния здоровья студентов / А.Б. Косолапов, С.В. Горшков, Р.Б. Спиридонов // Валеология. – 2006. – № 1. – С. 41–45.
94. Котовская, Ю. В. Взаимосвязь массы миокарда левого желудочка с показателями клинического, амбулаторного и центрального артериального давления у молодых мужчин / Ю.В. Котовская, Р.Ю. Кобзев, А.Ф. Сафарова А.Ф и др // Артериальная гипертензия. – 2010. – Том.16.– №2. – С. 150–155.
95. Крупаткин, А. И. Динамический колебательный контур регуляции капиллярной гемодинамики / А.И. Крупаткин // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 95–103.
96. Крупаткин, А.И Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. / Руководство для врачей под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова. – М.: ОАО «Издательство «Медицина». – 2005. – 256 с
97. Куценко, Г. И. Экономическая эффективность медицинского обеспечения подготовки юношей к военной службе / Г.И. Куценко, Л.П. Чичерин, В.Н. Ядчук // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2002. – №5. – С. 36–39.
98. Кушаковский, М.С. Гипертоническая болезнь (эссенциальная гипертензия). Причины, механизмы, клиника, лечение/ М.С. Кушаковский . – СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2002. – 416 с.
99. Кушманова, В. П. Здоровье студентов и влияющие на него факторы / В.П. Кушманова // Организация и методика учебного процесса, физкультурно–оздоровительной и спортивной работы: сборник материалов IX международной научно–методической конф. – М., 2006. – С. 171–172.
100. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. / Руководство для врачей под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова. – М.: ОАО «Издательство «Медицина». – 2005. – 256 с
101. Леднев, В.В. Регуляция вариабельности сердечного ритма человека с помощью крайне слабых переменных магнитных полей / В.В. Леднев, Н.А. Белова, А.М. Ермаков // Биофизика. – 2008. – Т.53, вып. 6, – С. 1129–1137.

102. Линдт, Т.А. Адаптация сердечно-сосудистой системы футболистов и хоккеистов к физическим нагрузкам / Т.А. Линдт, Т.Н. Соломка // Вестник Южно-Уральского университета. – 2010. – № 19. – С. 25.
103. Лисицын, Ю. П. Общественное здоровье и здравоохранение / Ю.П. Лисицын.– М.: Медицина, 2002. – 416 с.
104. Литовченко, Т.А. Артериальная гипотония — начальный этап формирования хронической недостаточности мозгового кровообращения (особенности лечения) / Т.А. Литовченко, Е.К.Зинченко//Международный неврологический интернет-журнал. – 2011. –№ 6 (44). URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/22793>.
105. Маколкин, В. И. Микроциркуляция в кардиологии / В.И. Маколкин. – М.: Визарт, 2004. – 136 с.
106. Максимов, А.Л. Особенности структуры variability кардиоритма уроженцев Магаданской области в зависимости от типа вегетативной регуляции / А.Л. Максимов, А.Н. Лоскутова // Экология человека. – 2013. – № 6. – С. 3–10.
107. Максимова, Т.М. Состояние здоровья и ценностные ориентации современной молодежи / Т.М. Максимова// Здравоохранение РФ. – 2002. – №2. – С. 40–43.
108. Матюшичев, В. Б. Факторы риска развития атеросклероза у молодежи / В.Б. Матюшичев, В.Б. Шамратова, Г.С. Тупиневич, Г.Р. Гарифуллина // Гигиена и санитария. – 2008. – №3. – С. 66–69.
109. Мелькова, Л. А. Мозговая гемодинамика у детей дошкольного возраста с нарушением внимания и гиперреактивни / Л.А. Мелькова // Бюллетень института развития ребенка.– 2010.– №1(13). – С. 66–69
110. Мекешкин, Е. А. Особенности адаптации к умственным нагрузка учащихся младших классов с различным уровнем школьной тревожности: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е.А. Мекешкин. – Челябинск, 2010. – 20 с.

111. Мириджанян, Э.М. Факторы риска основных сердечно–сосудистых заболеваний и вегетативный статус: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Мириджанян Э.М. – Ставрополь, 2006. – 16 с.
112. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Иваново, 2002. – 290 с.
113. Мыльникова, И. В Информативность показателей вариабельности сердечного ритма для выявления неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на здоровье девушек / И.В. Мыльникова, В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2015. – №1. – С.121–125.
114. Мультиановский, Б.Л. Влияние наличия и тяжести артериальной гипертензии на временные показатели вариабельности сердечного ритма (по данным суточного мониторинга ЭКГ) / Б.Л. Мультиановский, Л.А. Лещинский, Ю.Л. Кузелин // Казанский медицинский журнал. – 2005. – №6. – С. 451–455.
115. Мультиановский, Б.Л. Влияние наличия и тяжести артериальной гипертензии на частотные показатели вариабельности сердечного ритма (по данным суточного мониторинга ЭКГ) / Б.Л. Мультиановский, Л.А. Лещинский, Ю.Л. Кузелин // Вестник аритмологии. – 2005. – №40. – С. 39–40.
116. Муртазина, Е.П. Вариабельность кардиоритма и ее связь с результативностью последующей зрительно–моторной деятельности / Е.П. Муртазина // Физиология человека. – 2015. – Том 41, № 2. – С. 29–37.
117. Муталова, Э.Г. Мозговой кровоток, состояние легочной гемодинамики у больных артериальной гипертензией и сердечной недостаточностью / Э.Г. Муталова, Л.Ф. Стрекалова, С.М. Шириазданова, Е.Н. Галимуллина // Фундаментальные исследования. – 2006.– №9. – С.23–32.
118. Наумова, В.В. Особенности вариабельности комплекса параметров гемодинамики у больных артериальной гипертензией / В.В. Наумова, Е.С. Земцова // Кардиология. – 2009. – № 3. – С. 20–24.
119. Небиеридзе, Д.В. Гиперактивность симпатической нервной системы: клиническое значение и перспективы развития / Д.В. Небиеридзе, Р.Г.Оганов //

Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2004. – Том 3, № 3 (1). – С. 94–99.

120. Нефедова, Ж. В. Проявления метаболического синдрома у детей и подростков с эссенциальной гипертензией / Ж.В. Нефедова, М.К. Соболева // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – Том 55.– № 3. – С. 110 – 111.

121. Нефедовская, Л. В. Состояние и проблемы здоровья студенческой молодежи / Л. В. Нефедовская.– М.: Медицина, 2007. – 192 с.

122. Никольский, С.Н. Роль эмоционально–стрессовых факторов в возникновении заболеваний у студентов–медиков / С. Н. Никольский // Проблемы экстремальной психиатрии: материалы научно–практической конференции «Платоновские чтения». – Харьков, 2000. – С. 92–94

123. Никулина, М.В. Вегетативная регуляция сердечной деятельности у детей и подростков: дис. ... канд. биол. наук / М.В. Никулина. – Архангельск, 2005. – 21 с.

124. Новикова, Р.А. Артериальная гипертензия: диагностика и лечение, неотложные состояния при ней / Новикова Р.А // Учебно–методическое пособие. – М.:Академия, 2008. – 52с.

125. Ноздрачев, А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Том 27. – № 6. – С. 95 – 101.

126. Образцова, Г.И. Наследственная отягощенность по артериальной гипертензии у детей со стабильными и лабильными формами повышения артериального давления/ Образцова Г.И.// Сборник «Труды Мариинской больницы». – СПб. – 2003. – С. 34–38.

127. Образцова, Г.И. Молекулярно–генетическая предрасположенность к артериальной гипертензии/ Глотов А.С., Образцова Г.И., Иващенко Т.Э., Баранов В.С.// Клинико–лабораторный консилиум. – 2008. – Т.4. – №23. – С. 46–50.

128. Овчаров, В.К. Распространенность вредных привычек и состояние здоровья / В.К. Овчаров, Е.П. Какорина, В.П. Мальцев, А.Г. Роговина // Бюллетень НИИ им. Н.А. Семашко РАМН. – 2001. – Вып. 2. – С. 17–24.
129. Осадчая, Е.А. Учебный стресс как показатель степени эмоционального напряжения организма студентов в процессе адаптации к вузу / Е.А. Осадчая, Р.Ф. Петрова // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2009. – № 4. – С. 40–49.
130. Остроумова, О.Д. Вариабельность сердечного ритма у больных артериальной гипертензией / О.Д. Остроумова, В.И. Мамаева, М.В. Нестерова // Российский медицинский журнал. – 2001. – №2. – С. 45–47.
131. Осяк, С. А. Факторы, влияющие на здоровый образ жизни студентов / С.А. Осяк, Е.В. Соколова, Р.С. Чистов, Е.Н. Яковлева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 31–37.
132. Панкова, Н. Б. Сравнительный анализ особенностей функционирования сердечно–сосудистой и психомоторной систем организма школьников в зависимости от региона проживания и учебной нагрузки / Н.Б. Панкова, А.Я. Чамокова К.Ю. Мамгетов, З.Т. Пустовет, А.Б. Черепов, М.Ю. Карганов // Экология человека. – 2006. – Прил. 4/2. – С. 212–214.
133. Писарук, А.В. Анализ механизмов возрастных изменений системы барорефлекторной регуляции с помощью математической модели / А.В.Писарук // Проблемы старения и долголетия. – 1999. – № 2. – С. 23.
134. Подзолков, В.И., Можарова Л.Г., Хомицкая Ю.В. Артериальная гипертензия у женщин с климактерическим синдромом / В.И. Подзолков, Л.Г. Можарова, Ю.В.Хомицкая //Лечащий врач.– 2005.– №9. – С.18–24.
135. Попова, Т.И. Психологические проблемы адаптации студентов к условиям вуза / Т.И. Попова // Вестник Санкт–Петербургского университета. Серия 6: Философия, политология, социология, психология, право, международные отношения. – 2007. – № 2 (2). – С. 53–57.

136. Поскотинова, Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус молодежи в условиях Европейского Севера России / Л.В. Поскотинова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 228 с.
137. Потешкина, Н.Г. Временной анализ variability ритма сердца у больных с артериальной гипертонией / Н.Г. Потешкина, А.В. Туев, Н.Е. Григориади // Вестник аритмологии. – 2002. – Том 30. – С. 54–57.
138. Профилактика, диагностика и лечение артериальной гипертензии. Рекомендации Российского медицинского общества по артериальной гипертензии и Всероссийского научного общества кардиологов (2–й пересмотр) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика (приложение). – М., 2004. – 19 с.
139. Прохорович, Е.А. Особенности клинического течения и лечения артериальной гипертонии у женщин /Е.А. Прохорович, О.Н.Ткачева, А.Н. Адаменко // Трудный пациент. – 2006.– №4(8). – С.35–38.
140. Радзинский, В.Е. Девушки подростки РФ современные тенденции формирования репродуктивного потенциала (обзор литературы) / В.Е. Радзинский, М.Б. Хамошина, М.Г. Лебедева // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – Том 25, № 4–2.
141. Розанов, В.Б. Устойчивость и прогностическое значение нарушений липидного спектра крови в подростковом возрасте: 22–летнее проспективное наблюдение / В.Б. Розанов, Н.В. Перова, А.А. Александров, Е.Ю. Зволинская, Е.Н.Шугаева // Кардиоваск. терапия и профилактика. – 2007. – Том 6. – №5. – С. 85-93.
142. Рябыкина, Г.А. Variability ритма сердца / Г.А. Рябыкина, А.В. Соболев. – М.: Изд-во "Оверлей". – 2001. – 200 с.
143. Рябыкина, Г.В. Влияние различных факторов на variability ритма сердца у больных артериальной гипертонией /Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев, Э.А. Пушнина и др. // Тер. арх. –1997.– №3.– С.55-58
144. Рябыкина, Г. В. Динамика variability ритма сердца при лечении артериальной гипертонии / Г.В. Рябыкина, Н.Е. Чазова, В.Б. Мычка, Л.И.

Шутова, Т.В. Шишова, Л.Н. Лютикова, Е.Ш. Кожемякина, Е.В. Шедрина, А.В. Соболев // Кардиология – 2008. – Том 48, № 7. – С. 18-25.

145. Савицкий, Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. – Л.: Медицина. – 1974. – 311 с.

146. Свистов, Д. В. Регуляция мозгового кровообращения и методы ее оценки методом транскраниальной доплерографии/ Д.В. Свистов, В.Б.Семенютин // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2003. – Т. 2. –№ 4 (8). – С. 20-27.

147. Севрюкова, Г.А. Функциональное состояние и регуляторно-адаптивные возможности организма человека: монография / Г.А. Севрюкова, Г.М. Коновалова. – Волгоград, 2015. – 103 с.

148. Сидоренко, Г. И. Психоземotionalные тесты и перспективы их применения в кардиологии / Г.И. Сидоренко, А.В. Фролов, А.П. Воробьев А.П // Кардиология.– 2004.– № 6. — С. 59.

149. Сизоненко, К.Н. О роли физической культуры в воспитании студентов / К.Н. Сизоненко // Физическая культура и здоровье населения: проблемы, ценности, ориентиры: Сб. матер. междунар. науч.- практ. конф. – Благовещенск, 2001. – С. 136–138.

150. Совершаева, С.Л. Состояние мозгового кровообращения (по данным реоэнцефалографии) у лиц юношеского возраста с нормальным и пониженным давлением / С.Л. Совершаева, Л.С. Юшманова // Фундаментальные исследования. – 2014. – №7. – С.563-565

151. Солонин, Ю.Г. Влияние широты проживания в условиях Севера на организм подростков / Ю.Г. Солонин, Е.Р. Бойко, Н.Г.Варламова, Т.В. Есева // Физиология человека. – 2012. – Том. 38. – №2. – С. 107-112

152. Спивак, Е. М., Оценка вегетативной регуляции кардиоваскулярной системы с использованием показателей variability сердечного ритма у детей / Е. М. Спивак, Н. В. Печникова // Ярославский педагогический вестник – 2012. – № 4. – С. 187-190

153. Старкова, Е. С. Основные причины алкоголизма студенческой молодежи / Е.С. Старкова // Организация и методика учебного процесса, физкультурно-оздоровительной и спортивной работы: сборник материалов IX международной научно-методической конф. – М., 2006 . – С. 173-174.
154. Стародубов, В. И. Здоровье населения России в социальном контексте 90-х годов: проблемы перспективы / В.И.Стародубов. – М.: Медицина, 2003. – 288 с.
155. Старшинов, Д.В. Состояние микроциркуляции у лиц со стресс-индуцированной патологией / Д. В. Старшинов // XI Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы восстановительной медицины и санаторно-курортного лечения в здравницах России»: Тезисы докладов. – Сочи, 2010. – С. 34-35.
156. Стручков, П.В. Зависимость параметров variability ритма сердца при суточном мониторинге ЭКГ от возраста больных разными формами ИБС / П.В. Стручков, А.В. Зубкова А.В., Е.С. Короткова, М.В. Гуревич // Вестник аритмологии. – 2000. – №17. – С. 66-68.
157. Сысоев, В.Н. Оценка успешности начального периода адаптации курсантов к условиям обучения в высшем военном учебном заведении в зависимости от половой конституции / В.Н. Сысоев, А.В. Чебыкина, Н.В. Павлова, В.Б. Дергачёв // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2015. – № 1 (49). – С. 153-156.
158. Тихомирова, И.А. Оценка состояния микроциркуляции при нарушениях мозгового кровообращения по данным лазерной доплеровской флоуметрии и гемореологическим показателям /И.А. Тихомирова, С.Г. Михайлова С.В. Лыченко, А.О. Ослякова // Физиология человека.– 2012. – Том 38. – №3. – С. 69-76.
159. Тихонов, П.П. Особенности регуляторных механизмов автономной нервной системы у больных с артериальной гипертензией с нарушением суточного профиля артериального давления / П.П. Тихонов, Л.А. Соколова Л.А. // Кардиология. – 2007. – №1. – С. 16-21.

160. Токаева, Л.К. Влияние экзаменационного стресса на психоэмоциональный статус и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы первокурсников / Л.К. Токаева, С.С. Павленкович // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.
161. Трапезникова, М. В. Мониторинг и прогнозирование психофизиологического статуса и успеваемости студенток I–II курса медицинского ВУЗа / М.В. Трапезникова, В.В. Савкин // Гигиена и санитария. – 2015. – Том 94. – № 1. – С. 104-108.
162. Турчанинов, Д. В. Комплексная оценка состояния здоровья и качество жизни подростков города Кемерово и факторы, влияющие на него / Д.В. Турчанинов, О.Б. Афиногенова, М.С. Скоморин // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – №5. – С. 23-27.
163. Тятенкова, Н.Н. Функциональные возможности сердечно–сосудистой системы девочек с разным уровнем габаритного варьирования/ Н.Н. Тятенкова, А.П. Кузнецова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9 (10). – С. 2236-2240.
164. Ушакова, Е.Г. Волновая структура ритма сердца интровертов и экстравертов с различным уровнем нейротизма/ Е.Г. Ушакова, И.Г. Нидеккер // Психологический журнал. – 2002. – Том 18.– №4. – С. 91-95.
165. Федоров, В. Н. Вариабельность мозгового кровообращения у студентов в процессе обучения в университете / В.Н.Федоров, С.В.Гоненко С.В //Международная научно-практическая конференция «Лихановские чтения-18». Кокчетау.– 2014. – Том 1. – С.364-368.
166. Федорович, А.А. Функциональное состояние регуляторных механизмов микроциркуляторного кровотока в норме и при артериальной гипертензии по данным лазерной доплеровской флоуметрии / А.А.Федорович // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2010. – Том. 9. – № 1 (33). – С. 49-56.
167. Федотова, Г.Г. Оценка функционального состояния организма студентов на основе анализа вариабельности сердечного ритма / Г.Г. Федотова, Г.В.

- Пожарова, М.А. Гераськина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5.– С.23-28.
168. Чернышева, Ф.А. Успешность адаптации к обучению в вузе как фактор здоровьесбережения /Ф.А. Чернышева, Н.М. Исламова, В.Ш. Юсупова // Эффективные системы менеджмента – стратегии успеха. – 2014. – Том 1. – № 4. –С. 69-96.
169. Шайхелисламова, М.В. Состояние гемодинамики у юных хоккеистов в пре- и пубертатный периоды развития состояние гемодинамики у юных хоккеистов в пре- и пубертатный периоды развития / М.В. Шайхелисламова , Ф.Г. Ситдилов, Т.Л. Зефилов, Н.Б. Дикопольская // Физиология человека. – 2015.– Том 41. – № 4. – С. 91-99.
170. Щербатых, Ю.В. Саморегуляция вегетативного гомеостаза при эмоциональном стрессе / Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 5. – С. 151.
171. Щербатых, Ю.В.. Психология стресса и методы коррекции / Ю. В. Щербатых. — СПб. : Питерю. – 2006. — 256 с.
172. Школьников, М.А. Сердечно–сосудистые заболевания детского возраста на рубеже XXI века / М.А. Школьников М.А // Consilium Medicum. – 1999. – №1. – С.240—245.
173. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык.– Ижевск: «Удмуртский университет», 2009.– 255 с.
174. Хаспекова, Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца // Вестник аритмологии. 2003.– Т. 32. – С. 15.
175. Юшманова, Л.С.Кровоснабжение мозга в бассейне сонных артерий у нормо– и гипотензивных лиц юношеского возраста / Л.С. Юшманова, С.Л. Совершаева // Фундаментальные исследования.– 2014. – №10. – С.189–192.
176. Aysin B. Effect of respiration in heart rate variability (HRV) analysis / B. Aysin, E. Aysin // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2006. –Vol.1. – P. 1776–1779.

177. Bairey M. Psychosocial stress and cardiovascular disease: pathophysiological links / C.N. Bairey Merz, J. Dwyer, C. K. Nordstrom // *Behav. Med.* – 2002. – Vol. 27. – №4. – P. 141-147.
178. Benedict C.R. Centrally Acting Antihypertensive Drugs: Reemergence of Sympathetic Inhibition in the Treatment of Hypertension / C.R. Benedict // *Current Hypertension Reports.* – 1999. – Vol.4. – P. 305–312.
179. Bernardi L. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability / L. Bernardi, J. Wdowczyk–Szulc, C. Valenti, S. Castoldi, C. Passino, G. Spadacini, P. Sleight // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2000. – Vol.35. – №6. – P. 1462–1469.
180. Berntson G.G. Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats / G.G. Berntson, J.T. Bigger, D.L. Eckberg, P. Grossman, P.G. Kaufmann, M. Malik et al. // *Psychophysiology.* – 1999. – Vol. 34. – P. 623–648.
181. Brook, R.D. Autonomic Imbalance, Hypertension, and Cardiovascular Risk / D. Brook, S. Julius // *American Journal of Hypertension.* – 2000. – Vol. 13 (S4). – S.112–122.
182. Cacioppo J. Autonomic, neuroendocrine, and immune responses to psychological stress: the reactivity hypothesis / J.T. Cacioppo, G. Berntson, W.B. Malarkey, J.K. Kiecolt-Glaser, J.F. Sheridan, K.M. Poehlmann, M.H. Burleson, J. Ernst, L.C. Hawkey, R. Glaser // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 1998. – Vol. 840. – P. 664–673.
183. Castro M.N. Heart rate variability response to mental arithmetic stress in patients with schizophrenia autonomic response to stress in schizophrenia / M.N. Castro, D.E. Vigo, H. Weidema, R. D. Fahrer, E.M. Chu, D. de Achával, S.M. Guinjoan // *Schizophrenia Research.* – 2008. – Vol. 99. – P. 294-303.
184. Chalencon S. Modeling of performance and ANS activity for predicting future responses to training / S. Chalencon, V. Pichot, F. Roche, J.R. Lacour, M. Garet, P. Connes // *Eur. J. App. Physiol.* – 2015. – Vol. 115. – P. 589–596.
185. Choi B. Psychological working conditions and active leisure–time physical activity in middle–aged US workers / B. Choi, P.L. Schnall, H. Yang, M. Dobson, P.

- Landsbergis, L. Israel et al. // *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* – 2010. – Vol. 23. – P. 1–15.
186. Cinaz B. Monitoring of mental workload levels / B. Cinaz , R. La Marca, B. Arnrich, G.Tröster // *IADIS International Conference e-Health.*– 2010. – P. 189–193.
187. Dabrowska, D. Heart rate variability before sudden blood pressure elevations or complex cardiac arrhythmias in pheochromocytoma / B. Dabrowska, A. Dabrowski, P. Pruszczyk, A. Skrobowski, B. Wocial // *J. Hypertens.* – 1996. – Vol. 10. – N1. – P. 43-50.
188. Dekker J. M. Low heart rate variability in a 2-minute rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes: the ARIC study / J.M. Dekker, R.S. Crow, A.R. Folsom, P.J. Hannan, D. Liao, C.A. Swenne et al. // *Circulation.* – 2000. – Vol. 102. – P. 1239-1244.
189. Dimitriev D.A. Influence of examination stress and psychoemotional characteristics on the blood pressure and heart rate regulation in female students / D.A. Dimitriev, A.D. Dimitriev, Y.D. Karpenko, E.V. Saperova // *Human Physiology.* – 2008. – Vol. 34– N.5. – P. 617-624.
190. DuBois. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known / DuBois // *Arch Intern Med.* – 1916. –N.17. – P.863–871.
191. Ducher M. Is high job strain associated with hypertension genesis? / M. Ducher, C. Cerutti, G. Chatellier, J.P. Fauvel // *Am. J. Hypertens.* – 2006. – Vol. 19. – P.694–700.
192. Eaker E.D. Does job strain increase the risk for coronary heart disease or death in men and women? The Framingham Offspring Study / E.D. Eaker // *Am J Epidemiol.* – 2004. –Vol.159. – P. 950–958.
193. Esler M. The Sympathetic System and Hypertension / M.Esler // *American Journal of Hypertension.* – 2000. – Vol.13, №6 (2). – P. 99–106.
194. Exercise for health / WHO / FIMS Committu on Physical Activity for Health // *Bulletin of the WHO.* – 1995. – Vol. 73, – №2. – P. 135–136.

195. Evans J.M. Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal and hemodynamic indexes / J.M. Evans, M.G. Ziegler, A.R. Patwardham. et al. // *J. Appl. Physiol.* – 2001. – V. 91. – № 6. – P. 2611.
196. Fox K. Heart rate as a prognostic risk factor in patients with coronary artery disease and left-ventricular systolic dysfunction (BEAUTIFUL): a subgroup analysis of a randomized controlled trial / K.Fox, I. Ford, P.G. Steg et al. // *Lancet.* – 2008. – Vol. – 372. – P. 817–821.
197. Garde A. M. Effects of mental and physical demands on heart rate variability during computer work. / A.M. Garde, B. Laursen, A.H. Jorgensen, B.R. Jensen // *Eur. J. Appl. Phys.* – 2002. – Vol. 87. – P. 456.
198. Goldberg R. Factors associated with survival to 75 years of age in middle-aged men and women: the Framingham study / R. Goldberg, M. Larson, D. Levy // *Arch. Intern. Med.* – 1998. – Vol.156. – P. 505–509.
199. Habib G. B. Reappraisal of heart rate as a risk factor in the general population / G.B. Habib // *Eur. Heart J.*– 1999. – (Suppl H). – H2–H10.
200. Hansen A. L. Facets of psychopathy, heart rate variability and cognitive function / A.L. Hansen, B.H. Johnsen , D. Thornton , L. Waage , J.F. Thayer // *J Personal Disord.* – 2007. – N.– 21(5). – P.568–582.
201. Harshfield G. A. Impaired stress-induced pressure natriuresis increases cardiovascular load in African American youths / G.A. Harshfield, M. Wilson, C. Hanevold, G. Kapuku, L. Mackey, D. Gillis, F. Treiber // *Am. J. Hypertens.* – 2002. Vol.15. – P. 903–906.
202. Heart rate variability / Standards of measurement. Physiological interpretation and clinical use // *Eur. Heart J.* – 1996. –V. 17. – P. 354.
203. Hjortskov N. The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work / N. Hjortskov, D. Rissen , A.K. Blangsted // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2004. – V. 92.– N 1–2. – P. 84–96.
204. Juhola J. Childhood physical, environmental, and genetic predictors of adult hypertension: the cardiovascular risk in young Finns study / J. Juhola , M. Oikonen, C.G. Mikkilä // *Circulation.* – 2012. – Jul .24. – Vol. – 126(4). – P. 402–409.

205. Kales S. N. Blood pressure in firefighters, police officers and other emergency responders / S.N. Kales, A.J. Tsismenakis, C. Zhang, E.S. Soteriades // *Am. J. Hypertens.* – 2009. – Vol. 22. – P. 11–20.
206. Kamada T. Power spectral analysis of heart rate variability in Type As during solo and competitive mental arithmetic task / T. Kamada, N. Sato S. Miyake S // *J Psychosom Res.* – 1992. – Sep. – N.36(6). – P. 543-551.
207. King C. A. Prevalence of elevated body mass index and blood pressure in a rural school-aged population: implications for school nurses / C.A. King, B.B. Meadows, M.K. Engelke, M. Swanson // *J. Sch. Health.* – 2006. – Vol. 76. – № 4. – P. 145.
208. Kshirsagar A. V. Blood pressure usually considered normal is associated with an elevated risk of cardiovascular disease / A.V. Kshirsagar, M. Carpenter, H. Bang et al. // *Am. J. Med.* – 2006. – Vol. 119. – P. 133-141
209. Levine H. J. Rest heart rate and life expectancy / H.J. Levine // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1997. – Vol. 30. – P. 1104-1106.
210. Lewis R. S. Examination stress and components of working memory / R.S. Lewis, A. Nikolova, D.J. Chang, N.Y. Weekes // *Stress.* – 2008. – Vol. 11. – P. 108–118.
211. Lipman R. D. Mental stress response, arterial stiffness, and baroreflex sensitivity in healthy aging / R.D. Lipman, P.Grossman, S.E. Bridges, J.W. Hamner, J.A.Taylor // *J. Gerontol.* – 2002. – Vol. 57. – P. 279 – 284.
212. Lombardi F. Heart rate variability: a contribution to a better understanding of the clinical role of heart rate/ F. Lombardi // *Eur. Heart J.* – 1999. – Vol. 20. – H. 44 – 51.
213. Maes M. The effects of psychological stress on humans: increased production of pro-inflammatory cytokines and a Th1-like response in stress-induced anxiety / M. Maes , C. Song , A. Lin et al. // *Cytokine .* – 1998. – Vol. 10(4). – P.313–318.
214. Malmö R. B. The variability of heart rate in relation to age, sex, and stress / R.B. Malmö, C. Shagass // *J. Appl. Psychol.* – 1949. –N. 2. – P. 181-184.

215. Marsall G. D. Cytokine dysregulation associated with exam stress in healthy sociated with exam stress in healthy medical students / G.D. Marsall, S.K. Agarwal, L. Cohen, E. Henninger // *Brain, Behavior and Immunity*. – 1998. – Vol. 12. – P. 297–307.
216. Matthews K. A. Blood pressure reactivity to psychological stress predicts hypertension in the CARDIA study / K.A. Matthews, S. Zhu, D.C. Tucker, M.A. Whooley // *Circulation*. – 2004. – Vol. 110. – P. 74–78.
217. McCarron P. Blood pressure in young adulthood and mortality from cardiovascular disease / P. McCarron, D. Smith, M. Okasha // *Lancet*. – 2000. – Vol. 355. – P. 1430–1431.
218. McNiece K.L. Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents / K.L. McNiece, T.S. Poffenbarger, I.L. Turner, K.D. Franco, J.M. Sorof, R.J. Portman // *J. Pediatr*. – 2007. – Vol.150. – N. – №6. – P. 640–644.
219. Oaten M. Academic examination stress impairs self-control / M. Oaten, K. Cheng // *J. Soc. Clin. Psychol*. – 2005. – Vol. 24. – P. 276.
220. Piccirillo G. Age dependent influence on heart rate variability in salt-sensitive hypertensive subjects / G. Piccirillo, F. L. Fimognari, M.R. Munizy // *J. Am. Geriatr. Soc*. – 1996. – Vol. 44. – P. 530-538.
221. Piccirillo G. Autonomic modulation of heart rate and blood pressure in normotensive offspring of hypertensive subjects / G. Piccirillo, E. Viola, M. Nocco, M. Durante, S. Tarantini, V. Marigliano // *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. – 2000. – Vol.135. – N. –P. 145–152.
222. Prakash E.S. Cardiovascular autonomic regulation in subjects with normal blood pressure, high-normal blood pressure and recent-onset hypertension / E.S. Prakash, Madanmohan, K.R. Sethumman, S.K. Narayan // *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol*. – 2005. – Vol. 32. – P. 488–494.
223. Ramaekers D. Heart rate variability and heart rate in healthy volunteers. Is the female autonomic nervous system cardioprotective / D. Ramaekers, H. EctorA.E. Auber. et al. // *Eur. Heart J*. – 1998. –Vol. 19. – N.9. – P. 1334.

224. Reed M.J. Heart rate variability measurements and the prediction of ventricular arrhythmias / M.J. Reed, C.E. Robertson, P.S. Addison // QJM. – 2005. – Vol. 98. – P. 87–95.
225. Reims H.M. Blood viscosity: Effects of mental stress and relations to autonomic nervous system function and insulin sensitivity / H.M. Reims, K. Sevre, A. Hoiegggen, E. Fossum, I. Eide // Blood Press. - 2005. – Vol. 14. – P. 159–169.
226. Routledge H.C. Heart rate variability – a therapeutic target / H.C. Routledge, S. Chowdhary, J.N. Townend // J. Clin. Pharm. Ther. – 2002. – Vol. 27. – P. 85–92.
227. Sa Cunha R. Association between high heart rate and high arterial rigidity in normotensive and hypertensive subjects / R. Sa Cunha, B. Pannier, A. Benetos, J.P. Siché, G.M. London, J.M. Mallion, M.E. // J. Hypertens. – 1997. – Vol. 15. – P. 1423-1430.
228. Saab, P.G. Cardiovascular responsibility to stress in adolescents with and without persistently elevated blood pressure / P.G. Saab, M.M. Labre // J. Hypertens. – 2001. – Vol. 19. – P. 21-27.
229. Salahuddin L. Ultra short term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings / L. Salahuddin, J.Cho, M.G. Jeong, D. Kim // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2007. – Vol. 1. – P. 4656-4659.
230. Schieman S. The nature of work and the stress of higher status / S. Schieman, Y. K. Whitestone, K.J. Van Gundy // Health Soc. Behav. – 2006. – Vol. 47. – P. 242–257.
231. Shlyakhto E.,V. Hypertension. Pathogenesis and progression from positions of neurogenic mechanisms / E.V. Shlyakhto, R.G. Oganov // Cardiovascular Therapy and Prevention. – 2002. – № 1. – P. 5- .
232. Simic N. Evaluation of exam stress on the basis changes of sinus arrhythmia parameters (in Croatian) / N. Simic // Acta Med. Croatica. 2006. – V. 60. – N. 1. – P. 27-31.
233. Sorof J. M. Cardiovascular Risk Factors and Squeals in Hypertensive Children Identified by Referral versus School-Based Screening / J.M. Sorof, J. Turner, D.S. Martin, K. Garcia, Z. Garami et al. // Hypertension. – Vol. 43. – N. 5. – P. 214–218.

234. Sorof J.M. Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children / J.M. Sorof, T. Poffenbarger, K. Franco, L. Bernard, R.J. Portman // *J. Pediatr.* – 2002. – Vol. 140. – P. 643–645.
235. Sorof J. M. White-coat hypertension in children with elevated casual blood pressure / J.M. Sorof, R.J. Portman // *J. Pediatr.* – 2000. – Vol.137. – P. 493–497.
236. Sorof J.M. Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children / J.M Sorof, T.Poffenbarger, K. Franco // *J Pediatric.* – 2002. – Vol.140. – P. 643-645.
237. Spangler G. Students' emotions, physiological reactions, and coping in academic exams / G. Spangler, R. Pekrun, K. Kramer, H. Hofmann H. // *Anxiety, Stress and Coping.* – 2002. – N. 15. – P. 413–432.
238. Spieker L.E. Mental stress induces prolonged endothelial dysfunction via endothelin-A receptors / L.E. Spieker, D. Hürlimann, F. Ruschitzka, R. Corti, F. Enseleit, S. Shaw, D. Hayoz, J.E. Deanfield, E. John, T.F. Lüscher, G. Noll // *Circulation.* – 2002. – Vol. 105 (24). – P. 2817-2820.
239. Starr Y. Clinical test as simple method of estimating cardiac stroke volume from blood pressure and age / Y. Starr // *Circulation.* – 1954. – № 9. – P. 664.
240. Sturkenboom, M.C. Prevalence and treatment of hypertensive patients with multiple cardiovascular risk factors in Italy / M.C. Sturkenboom // *Pharmacoepidemiol. Drug Saf.* – 2005. – Vol. 14 (2). – P. 48-49.
241. Svistunov A.A. Heart rate as a risk factor for cardiovascular diseases / A.A. Svistunov A.A // *Hypertension.* – 2008. – V. 14. – № 4. – P. 324–331.
242. Takalo R. Circadian profile of low-frequency oscillations in blood pressure and heart rate in hypertension / R. Takalo<sup>1</sup>, I.Korhonen, S. Majahalme, M. Tuomisto, V. Turjanmaa // *Am. J. Hypertens.* – 1999. – №12. – P. 874–881.
243. Tobe, S. W. The impact of job strain and marital cohesion on ambulatory blood pressure during 1 year: the double exposure study / S.W. Tobe, A. Kiss, S. Sainsbury, M. Jesin, R. Geerts, B. Baker // *Am. J. Hypertens.* – 2007. – Vol. 20. – P. 148-153.
244. Thayer J. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health / J. Thayer,

- F.Åhs, M. Fredrikson // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2012. – V. 36. – P. 747-756
245. Tonhajzerova I. Changes in the Heart Rate Variability during Mental Stress / I. Tonhajzerova, K. Javorka, M. Petraskova // *Ceskoslov. Pediatr.* – 2000. – Vol. 55. – №9. – P. 562 - 567.
246. Trudel X. Job strain and masked hypertension / X. Trudel, C. Brisson, A.J. Milot // *Psychosom Med.* – 2010. – Vol. 72. – P.786–793.
247. Vaschillo E. G. Characteristics of Resonance in Heart Rate Variability Stimulated by Biofeedback / E.G. Vaschillo, B. Vaschillo, P.M. Lehrer // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. – 2006. – Vol. 31, № 2. – P. 129–142.
248. Vivian N. G. Examination stress, salivary cortisol, and academic performance / N.G. Vivian, D. Koh, S.E. Chia // *Psychol. Rep.* – 2003. – Vol. 93. – P. 1133.
249. Westerdahl C. Morbidity and mortality risk among patients with screening-detected severe hypertension in the Malmö Preventive Project / C. Westerdahl B. Zöller , E. Arslan, S. Erdine , P.M. Nilsson // *J Hypertens.*– 2014. – N. 32 (12). – P. 2378-2384.
250. . Winkler C. Attention and respiration / C. Winkler // *Proc. Acad. Sci. Amsterdam*, 1899. - Vol. 1. – P. 121- 138.
251. Zeller A. Blood pressure and heart rate of students undergoing a medical licensing examination / A. Zeller, D. Handschin, N. Gyr, B. Martina, E. Battegay // *Blood Press.* – 2004. – Vol. 13. – P. 20-24.