

Т.А. Спицина, А.П. Спицин

СЕРДЕЧНЫЙ РИТМ И ЦЕНТРАЛЬНАЯ ГЕМОДИНАМИКА У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА С МЯГКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

T.A. Spitsina, A.P. Spitsin

CARDIAC RHYTHM AND CENTRAL HEMODYNAMICS IN YOUNG PEOPLE WITH MILD ARTERIAL HYPERTENSION

ГОУ ВПО Кировская государственная медицинская академия, Киров

e-mail: sap@kirovgma.ru

Проводили одновременное исследование сердечного ритма и центральной гемодинамики у лиц молодого возраста с мягкой артериальной гипертензией. Проводили измерение АД по методу Короткова, расчет показателей гемодинамики и исследование ВРС - на основании записи электрокардиограммы при помощи аппарата «Ритм-Орто». Отмечено изменение автономной нервной системы на основании снижения показателей ВРС и увеличения соотношения LF/HF у больных с артериальной гипертензией в зависимости от пола и исходного вегетативного тонуса.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система.

Research of relation between cardiac rhythm and central hemodynamics in young people with initial symptoms of arterial hypertension was done. Arterial pressure was checked by Korotkov's method. Indexes of hemodynamics and heart rate variability (HRV) were estimated with the help of an electrocardiogram on the apparatus «Rhythm-Ortho». Change in autonomic nervous system was registered on the basis of decrease of HRV parameters and LF/HF-ratio increase depending on the young people's gender and their vegetative tone.

Key words: arterial hypertension, heart rate variability, vegetative nervous system.

Введение

Артериальная гипертензия (АГ), признанная важнейшим элементом сердечно-сосудистого континуума, является результатом поражения не только

регулируемых структур (сердце, сосуды), но и регуляторных систем, одной из которых является вегетативная нервная система (ВНС). По данным разных исследований от 30% до 90% больных АГ имеют нарушения вегетативной регуляции как функционального, так и органического характера [1]. Доказано, что увеличение симпатической активности может служить пусковым моментом повышения артериального давления (АД) как у людей, так и у экспериментальных животных [2], а также вносит значительный вклад в последующее структурное ремоделирование сердечно-сосудистой системы и сопутствующие метаболические нарушения (инсулинорезистентность, гиперлипидемия).

При изучении состояния ВНС у больных АГ незаслуженно мало внимания уделяется состоянию другого ее отдела – парасимпатического, хотя в некоторых исследованиях был продемонстрирован наследственный характер не только симпатической гиперактивности, но и парасимпатической недостаточности [3]. Кроме того, обращает на себя внимание недостаточность и противоречивость данных об уровнях поражения ВНС, о взаимоотношении ее отделов (сегментарного, надсегментарного) и вегетативном обеспечении деятельности при АГ [4].

Одним из эффективных методов оценки вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы является исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР), позволяющее оценить как состояние симпатического и парасимпатического отделов, так и уровень поражения – сегментарный (сосудодвигательный центр, парасимпатические ядра продолговатого мозга) и надсегментарный (гипоталамус, лимбический комплекс, ядра ретикулярной формации, кора головного мозга и др. [5, 6].

Результаты современных популяционных исследований наглядно демонстрируют, что течение заболеваний у мужчин и женщин кардинально отличается, при этом смертность от сердечно-сосудистых причин у женщин в течение последних лет не только не снижается, а, наоборот, возрастает [7,8].

Целью настоящего исследования является попытка установить характерные взаимосвязи между показателями вегетативного управления сердечным ритмом и показателями гемодинамики у лиц молодого возраста с повышенным артериальным давлением с учетом пола и от исходного вегетативного тонуса.

Материалы и методы

В исследование было включено 77 человек (43 мужчины и 34 женщины) в возрасте от 25 до 35 лет. Все испытуемые предварительно были ознакомлены с содержанием исследования, получено информированное согласие на него. Измеряли артериальное давление и частоту сердечных сокращений согласно рекомендациям экспертов Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК. 2001). Рассчитывали пульсовое (ПД, мм рт. ст.) артериальное давление. Исследование ударного объема непрямым способом производили по формуле Старра [9]: $УО = УОК = 101 + 0.5ПД - 0.6 АДД - 0.6В$, где В – возраст в годах. Гемодинамическую оценку аппарата кровообращения изучали по величине минутного объема крови (МОК, л/мин): $МОК = УОК \times ЧСС$. Характеризует как инотропную, так и хронотропную функцию сердца. Среднее гемодинамическое артериальное давление (СрГД, мм рт. ст.) определяли по формуле [10]: $СрГД = АДД + (ПД/3)$. СрГД отражает уровень централизации регуляторных механизмов системы кровообращения, результирует все временные значения давления в течение одного сердечного цикла. Индексированный показатель гемодинамики – сердечный индекс (СИ, л/мин/м²) рассчитывали по формуле: $СИ = УИ \times ЧСС$, где УИ (мл/м²) – ударный индекс; рассчитываемый по формуле: $УИ = УОК/ППТ$ [11], где ППТ (м²) – площадь абсолютной поверхности тела, которую определяли по формуле Дюбуа: $ППТ = 0.007184 \text{ ЧМТ}^{0.423} \text{ ЧДТ}^{0.725}$, где МТ – масса тела, в кг, ДТ – длина тела, в см. Ударный индекс – показатель, который позволяет более точно оценить систолический выброс сердца по отношению к антропометрическим размерам тела обследуемого. Сердечный индекс во всем мире признанно считается одним из наиболее информативных параметров, характеризующих функциональное состояние левого желудочка. Величину общего периферического сопротивления (ОПС) рассчитывали по формуле Пуазейля [12]: $[(АДД + 1/3ПД) \times 1330 \times 60] / МО$, где 1333 – коэффициент перевода в дини, 60 – число секунд в минуте. ОПС является важнейшим показателем центральной гемодинамики, количественно отражающим постнагрузку на левый желудочек сердца. Изменение этого параметра имеет направленность прямо противоположную динамике сердечного выброса. Величину удельного периферического сопротивления (УПСС) рассчитывали по формуле: $СрГД/СИ$. Считается, что УПСС более точно отражает резистентность сосудистого русла по отношению к антропометрическим параметрам организма [13]. В качестве

критерия функционального состояния ССС как показателя напряженности использовали двойное произведение (ДП, усл. ед.) [14]. $ДП = ЧСС \times АД_c / 100$. ДП считается весьма информативным показателем и широко используется как для оценки функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы (ССС), так и в клинической кардиологии [14]. Это интегративный показатель, характеризующий напряжение сердечной мышцы, отражающий уровень потребления кислорода миокардом. Данные показатели тесно коррелируют с результатами прямого измерения потребленного миокардом кислорода. 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.). Характеризует функциональное состояние сердечно-сосудистой системы при психоэмоциональных нагрузках. Увеличение значений указывает на ослабление деятельности ССС, уменьшение – на усиление [15]. Рассчитывали также индекс напряжения миокарда (ИНМ = $(АД \times ЧСС) : 1000$. ед.), показатель внешней работы миокарда (ВРМ = $(СрГД \times УО) : 1000$. ед.), критерий эффективности миокарда [16]. $КЭМ = ВРМ : ИНМ$, ед.). 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 Н.Н.Савицким, 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 $(МОК_{факт} / ДМОК) \times 100\%$ 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/м²): $ДМОК / ПТ$. Должное общее периферическое сосудистое сопротивление (ДОПСС, $дин \cdot с \cdot см^{-5}$): $(80 \times СрГД) / ДМОК$. Должное удельное периферическое сопротивление (ДУПСС, у.е): $СрГД / ДСИ$. Должная («условная») работа сердца ($A_{долж}$, кг*м) – $A_{долж} = ДМОК \times СрГД \times 13.6$. При этом фактическая работа сердца ($A_{факт}$, кг*м) = $МОК \times СрГД \times 13.6$. При сопоставлении $A_{долж}$ и $A_{факт}$ представляется возможность судить, является ли работа сердца в данной гемодинамической ситуации достаточной, избыточной или недостаточной. Рассчитывали также вегетативный индекс Кердо по формуле: ВИ

$= (1 - \text{ДАД}/\text{ЧСС}) * 100$, где ВИ – вегетативный индекс. ДАД – диастолическое артериальное давление. ЧСС – число сердечных сокращений в 1 минуту [17]. Значения $>+5$ свидетельствовали о преобладании симпатических влияний ВНС (симпатикотония), значение <-5 – о преобладании парасимпатических влияний (ваготония), значения от -5 до $+5$ – о вегетативном равновесии (нормотония) [18]. Для оценки уровня функционирования системы кровообращения был использован адаптационный потенциал (АП, усл. ед.) по Р.М. Баевскому [19]: $\text{АП} = 0.011 \text{ ЧСС} + 0.014\text{В} + 0.009\text{MT} - 0.009\text{ДТ} - 0.27$.

Запись ЭКГ производилась в положении лежа на спине, при ровном дыхании, в тихом спокойном помещении. Кардиоритмограмма регистрировалась по стандартной методике в течение 5-10 мин. [20]. В дальнейшем рассчитывали временные стандартизированные характеристики динамического ряда кардиоинтервалов: частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин); средне-квадратичное отклонение последовательных RR-интервалов (SDNN, мс); стандартное отклонение разности последовательных RR-интервалов (RMSSD, мс); частота последовательных RR-интервалов с разностью более 50 мс (pNN50, %); амплитуда моды (АМо, %); индекс напряжения (ИН, усл. ед.); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, баллы). Условные обозначения показателей variability сердечного ритма (VCP) представлены в соответствии с международными стандартами оценки VCP и используемыми ориентировочными нормативами [21, 22]. Далее на основе проведения спектрального анализа VCP рассчитывали и анализировали частотные параметры: общую мощность спектра (TP), мощности в высокочастотном (HF, 0.16-0.4 Гц), низкочастотном (LF, 0.05-0.15 Гц) и очень низкочастотном (VLF, <0.05 Гц) диапазонах. Кроме того, вычисляли коэффициент LF/HF, отражающий баланс симпатических и парасимпатических регуляторных влияний на сердце. Из других показателей [23] определяли: индекс дыхательной модуляции (ДМ), равный корню квадратному из суммы квадратов последовательных половинных разностей RR интервалов, деленный на их число и выраженный в процентах от среднего RR интервала; индекс симптоадреналового тонуса (САТ) – отношение относительного числа центральных отклонений RR интервалов в пределах $-25 \dots +25$ мс к ДМ, выраженное в процентах; индекс функциональной аритмии: $\text{ФА} = (1 - \text{ДМ}/\text{RR} \text{ вариация}) * 100 - 30$. для ряда разностей RR интервалов аппроксимируются моменты пересечения нулевого уровня с определением интервалов таких событий; по этим данным вычисляется средний интервал (СИ); индекс кардио-распираторной синхронии (КРС= $\text{СИ}/\text{RR}$ среднее); индекс дестабилизации парасимпатического (ДПК) контроля вычисляется как

коэффициент вариации для СИ. Индекс ДМ принят как международный стандарт Европейской ассоциацией кардиологов. Индексы САТ. ФА. КРС. ДПК разработаны А. Я. Капланом на кафедре физиологии МГУ в рамках международного стандарта и утверждены Минздравом РФ (решение № 101 10.01.1995). В первую группу вошли больные, у которых среднее значение RRNN по ритмограмме было меньше 700 мс (условно – симпатотоники). Во вторую группу – со значениями RRNN в диапазоне 700-900 мс (условно - нормотоники и в третью – свыше 900 мс (условно – ваготоники. Перед исследованием отменялись физиотерапевтические процедуры и медикаменты.

Статистическая обработка материала

Результаты обрабатывали при помощи пакета программ "STATISTICA 6". Осуществляли определение средней (M) и ошибки средней (m). Результаты представлены в виде $M \pm m$. Характер распределения оценивали при помощи критерия Колмогорова-Смирнова ($n > 30$). Для анализа малых выборок (до 30 наблюдений) применяли непараметрические методы статистической обработки данных. При нормальном распределении переменных для определения различий между двумя независимыми группами использовали непарный t-критерий Стьюдента, а при непараметрическом - критерий Вилкоксона -Манна - Уитни. Для выявления связи между исследуемыми инструментальными показателями использовали методы корреляционного анализа для параметрических и непараметрических видов распределения - критерии Пирсона и Спирмена соответственно. Достоверными считали различия и корреляции при $p < 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Мужчины с доминированием симпатического отдела ВНС. Средний возраст составил 29.6 ± 1.71 лет. Большинство мужчин имели избыточную массу тела. Индекс Кетеле в среднем по группе достигал 26.9 ± 0.79 кг/м². Систолическое артериальное давление равнялось 152 ± 5.15 мм рт.ст., а диастолическое давление - 89.6 ± 1.31 мм рт. ст. Частота сердечных сокращений у большинства обследованных превышала 90 уд./мин и равнялась в среднем - 93 ± 1.78 . Обращало внимание высокое среднее гемодинамическое давление (110.5 ± 2.09 мм рт. ст.). Общее периферическое удельное сосудистое сопротивление не выходило

за пределы нормальных значений и равнялось в среднем $37.2 \pm 2.5 \text{ дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5} / \text{м}^2$. Адаптационный потенциал сердечнососудистой системы (АП) указывал на напряжение механизмов регуляции сердца и сосудов (3.18 ± 0.08 балла). Фактический ударный индекс не существенно отличался от должного значения (33.26 ± 1.99 против 38.31 ± 0.63). Индекс напряжения миокарда был высоким (14.19 ± 0.63 ед. В целом коэффициент эффективности миокарда был низким (0.44 ± 0.01 ед.).

Изучение корреляционных связей между отдельными показателями гемодинамики показало следующее. Выявлены достоверные связи АДС с СрГД ($r=0.76; p=0.0024$), ПД ($r=0.98; p=0.0000$), МОК ($r=0.74; p=0.0124$), ИНМ ($r=0.91; p=0.0003$), ВРМ ($r=0.92; p=0.00018$). Не было достоверных связей АДС с ВИК и УПС. Это, вероятно, указывает на то, что в регуляции систолического артериального давления изменения в автономном контуре регуляции имеет меньшее значение, чем изменения в центральном контуре регуляции. Диастолическое артериальное давление имело достоверные связи только с АДср ($r=0.67; p=0.032$) и с ВИК ($r=-0.66; p=0.038$). Следует обратить внимание, что у ЧСС не было достоверных связей ни с одним из показателей гемодинамики. Это может свидетельствовать о рассогласовании управляющих воздействий нервной системы на работу сердечнососудистой системы при АГ.

Изучение вариабельности сердечного ритма у мужчин с доминированием симпатического отдела ВНС показало следующее. Наиболее часто встречающееся значение R-R интервалов (мода) составила всего 615 ± 10.1 мс. Значение АМо указывало на высокий уровень активности симпатического отдела ВНС. (Табл.1). Характерно выраженное снижение вариабельности сердечного ритма. Наблюдается снижение активности парасимпатического отдела ВНС. ИН указывал на выраженную централизацию в управлении сердечным ритмом. Характерно выраженное усиление симптоадреналового тонуса (Табл.1). Происходит значительное снижение общей мощности спектра. Тонус вегетативной нервной системы определялся доминирующим влиянием мощности VLF диапазона. В концепции о двухконтурной схеме управления сердечным ритмом [24,25] 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. Этот факты также предполагают, что повышенное АД обусловлено, в первую очередь, активностью высших звеньев вегетативной регуляции (включая психоэмоциональные влияния), а не изменениями вазомоторного центра. Действительно индекс централизации был достаточно высоким (Табл.1). Отношение LF/HF также

отклонялось в сторону преобладания симпатического отдела ВНС. Это свидетельствует о снижении вагусной активности и усилении симпатических влияний.

Изучение корреляционных связей между показателями гемодинамики и ритма сердца показало следующее. АДС имело достоверные связи с дестабилизацией парасимпатического контроля ($r=0.7$; $p=0.024$) и LF ($r=0.65$; $p=0.041$). Данные факты подтверждают активацию механизмов регуляции сосудистого тонуса преимущественно на уровне центрального контура управления. Определенная связь АДС прослеживается и с рNN50 ($r=0.63$; $p=0.052$). АДД не имело достоверных связей с показателями ВСР. Корреляционный анализ показал, что среднее значение RRNN в наибольшей степени зависит от АМО ($r=0.78$; $p=0.0073$), т.е. определяется активностью симпатического отдела ВНС. Достоверная связь прослеживается между RRNN и ИАЦ ($r=-0.78$; $p=0.0075$), т.е. от активации подкорковых нервных центров, а так же VLF ($r=0.81$; $p=0.0049$).

Таблица 1

2. Мужчины с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Средний возраст составил 32.6 ± 2.0 лет. Большинство мужчин также имели избыточную массу тела. Индекс Кетеле в среднем достигал 26.7 ± 1.02 кг/м². В то же время достоверных корреляционных связей массы тела с показателями гемодинамики и сердечного ритма у мужчин не установлено. Систолическое артериальное давление равнялось 150 ± 3.78 мм рт. ст., а диастолическое давление - 87.6 ± 1.61 мм рт. ст. Частота сердечных сокращений составила в среднем - 62 ± 1.3 уд/мин. Среднее гемодинамическое давление было также высоким как и у симпатотоников (108.2 ± 1.84 мм рт. ст.). Удельное периферическое сопротивление в отличие от симпатотоников было значительно выше (57.4 ± 3.6 дин*с*см⁻⁵/м²). Сердечный индекс был значительно ниже такового у «симпатотоников» (1.94 ± 0.13 л/м² против 3.1 ± 0.22 л/м²). Коэффициент эффективности миокарда был низким (0.64 ± 0.02 ед.). Таким образом, эффективность кровоснабжения при доминировании парасимпатического отдела ВНС, по сравнению с симпатическим, ниже.

Изучение корреляционных связей между отдельными показателями гемодинамики показало следующее. Выявлены достоверные связи АДС с ПД ($r=0.86$; $p=0.01$), ИНМ ($r=0.89$; $p=0.0068$), ВРМ ($r=0.85$; $p=0.014$). В отличие от симпатотоников у ваготоников не было связи АДС с СрГД и МОК. Диастолическое артериальное давление имело достоверные связи только с АДср

($r=0.77$; $p=0.041$).

Изучение вариабельности сердечного ритма показало следующее. Значение $rMSSD$, $pNN50$ указывало на активацию симпатического отдела ВНС (Табл.1). На это же указывали и значения AMo . Симпатоадреналовый тонус был достаточно высоким. Характерно, что в спектре доминировали VLF волны, что можно трактовать как усиление центральных и симпатических влияний на сердечный ритм. В процентном отношении VLF домен также был доминирующим. Индекс централизации также был высоким. При этом отношение LF/HF свидетельствовало о равновесии между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС. Можно предполагать, что ведущую роль в управлении сердечным ритмом и при исходном доминировании парасимпатического отдела ВНС берут на себя надсегментарные структуры.

Изучение корреляционных связей между показателями гемодинамики и ритма сердца показало следующее. АДС не имело достоверных связей с показателями сердечного ритма. Определенная связь АДС прослеживается с $pNN50$ ($r=0.63$; $p=0.052$). АДД имело достоверную связь только с общей мощностью спектра ($r=-0.81$; $p=0.027$). Корреляционный анализ показал, что среднее значение RRNN в наибольшей степени зависит от кардиореспираторной синхронии (КРС) ($r=0.85$; $p=0.014$). Определенная связь прослеживается между RRNN и ИАЦ ($r=-0.82$; $p=0.025$), т.е от активации подкорковых нервных центров.

3. Мужчины с нормотоническим типом ВНС. Средний возраст составил 32.4 ± 0.8 лет. Большинство мужчин также имели избыточную массу тела. Индекс Кетеле в среднем по группе достигал 26.5 ± 1.04 $кг/м^2$. Систолическое артериальное давление равнялось 148 ± 1.87 мм рт. ст., а диастолическое давление - 90.7 ± 1.61 мм рт. ст. Частота сердечных сокращений составила в среднем - 78 ± 1.0 уд/мин. Среднее гемодинамическое давление было также высоким как и у симпатотоников (110 ± 1.30 мм рт. ст). Удельное периферическое сопротивление в отличие от симпатотоников было значительно больше (49.4 ± 2.87 $дин*с*см^{-5}/м^2$). ВИК был отрицательным практически у всех обследованных и составлял в среднем -18.0 ± 2.4 , хотя среднее значение RRNN соответствовало нормотонии. Сердечный индекс занимал промежуточное положение между симпатотониками и ваготониками.

Изучение корреляционных связей между отдельными показателями гемодинамики показало следующее. Выявлены достоверные связи АДС с ПД ($r=0.72$; $p=0.00004$), СрГД ($r=0.77$; $p=0.00000$), ИНМ ($r=0.69$; $p=0.00008$), ВРМ

($r=0.53$; $p=0.0049$). Диастолическое артериальное давление имело достоверные связи только с УОК ($r=-0.75$; $p=0.00000$), ВИК ($r=-0.74$; $p=0.0000$), УПС ($r=0.44$; $p=0.022$). В отличие от симпатотоников обнаружена отрицательная связь АДД с ВРМ ($r=-0.47$; $p=0.014$), но не было связи с ИНМ. Частота сердечных сокращений была достоверно связана с ВИК ($r=0.69$; $p=0.0000$), ИНМ ($r=0.73$; $p=0.000018$).

Изучение variability сердечного ритма показало следующее. Значение $rMSSD$, $pNN50$ указывало на активацию симпатического отдела ВНС (Табл.1). На это же указывали и значения АМо. Симптоадреналовый тонус был достаточно высоким. Характерно, что в спектре доминировали VLF и LF волны, что можно трактовать как усиление центральных и симпатических влияний на сердечный ритм. В процентном отношении VLF и LF домены также были доминирующими. Индекс централизации также был высоким. При этом отношение LF/HF свидетельствовало о сдвиге вегетативного баланса в сторону активации симпатического отдела ВНС.

Изучение корреляционных связей между показателями гемодинамики и ритма сердца показало следующее. АДС и АДД не имело достоверных связей с показателями сердечного ритма. Корреляционный анализ показал, что среднее значение RRNN в наибольшей степени зависит от мощности на высоких частотах ($r=0.42$; $p=0.033$). Определенная связь прослеживается между RRNN и LF/HF ($r=-0.38$; $p=0.055$). т.е. от изменения симпто-вагусного баланса. Можно предположить, что ведущую роль в изменении ЧСС играет парасимпатический отдел автономной нервной системы

4. Женщины с доминированием симпатического отдела ВНС. Средний возраст составил 25.7 ± 1.38 лет ($n=7$). Индекс Кетеле в среднем по группе достигал 22.3 ± 1.02 кг/м². Систолическое артериальное давление равнялось 128 ± 1.81 мм рт. ст., а диастолическое давление - 86.3 ± 2.97 мм рт. ст. Частота сердечных сокращений у большинства обследованных превышала 90 уд./мин и равнялась в среднем - 94 ± 1.9 . Обращало внимание высокое среднее гемодинамическое давление (100.5 ± 2.47 мм рт. ст). Общее периферическое сосудистое сопротивление не выходило за пределы нормальных значений и равнялось в среднем 29.4 ± 3.16 дин*с*см⁻⁵/м². В целом ВИК был положительным и составлял 8.1 ± 3.48 ед. У 2 пациентов (28.6%) и из 7 ВИК был отрицательным. Сердечный индекс (3.61 ± 0.3 л/м²) указывал на гиперкинетический тип кровообращения. Диастолическое артериальное давление отличалось от должного для данного возраста на 17.7%. Адаптационный потенциал

сердечнососудистой системы (АП) указывал на напряжение механизмов регуляции сердца и сосудов (2.7 ± 0.1 балла). Фактический ударный индекс не существенно отличался от должного значения (38.5 ± 3.42 против 36.91 ± 1.45). Индекс напряжения миокарда был достаточно высоким (12.01 ± 0.32 ед.). В целом коэффициент эффективности миокарда был низким (0.42 ± 0.021 ед.).

Изучение корреляционных связей между отдельными показателями гемодинамики с доминированием симпатического отдела ВНС показало следующее. Выявлены достоверные связи АДС с АДД ($r=0.93; p=0.002$), СрГД ($r=0.99; p=0.00002$). У мужчин достоверной связи АДС с АДД не обнаружено. Так же, в отличие от мужчин с аналогичным типом ВНС, у женщин не было достоверных связей с ПД, МОК, ИНМ, ВРМ). Не было достоверных связей АДС и с ВИК и УПС.

Диастолическое артериальное давление имело достоверные связи только с АДср ($r=0.95; p=0.0009$), но с ВИК, в отличие от мужчин, достоверной связи не обнаружено. В отличие от мужчин у женщин обнаружена достоверная отрицательная связь АДД с коэффициентом эффективности миокарда ($r=-0.76; p=0.044$), АП ($r=0.80; p=0.029$), а также индексом Кетеле ($r=0.76; p=0.044$). В отличие от мужчин, у женщин выявлены достоверные связи ЧСС с ДП ($r=0.8; p=0.01$), ИНМ ($r=0.85; p=0.014$).

Изучение показателей сердечного ритма показало следующее. Наиболее часто встречающееся значение R-R интервалов (мода) составила 607 ± 12.07 мс. Значение АМо указывало на выраженную активацию гуморального канала регуляции (Табл.2). Характерно выраженное снижение вариабельности сердечного ритма. Наблюдается ослабление активности парасимпатического отдела ВНС. Стресс-индекс (ИН) указывал на выраженную централизацию в управлении сердечным ритмом. Характерно выраженное усиление симпатoadреналового тонуса (Табл.2). Происходит выраженное снижение общей мощности спектра. При этом доминирующими являются VLF- волны, что также подтверждает активную роль надсегментарных структур в управлении сердечным ритмом. Индекс централизации был достаточно высоким (Табл.2). Это предполагает наличие у женщин выраженного влияния их психоэмоционального статуса на изменение показателей сердечно-сосудистой системы. Отношение LF/HF также подтверждает доминирующие влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы на ритм сердца. Данные изменения показывают, что в целом наблюдается парасимпатическая депрессия и активация симпатических, над сегментарных центров вегетативной регуляции сердечного

ритма.

Изучение корреляционных связей между показателями гемодинамики и ритма сердца показало следующее. АДС имело достоверные связи с HF ($r=-0.85;p=0.016$), ИЦ ($r=0.85;p=0.016$) и LF/HF ($r=0.84;p=0.016$). Наиболее выраженная корреляция АДД имела только с LF/HF ($r=0.9;p=0.006$). Таким образом, можно предполагать, что ведущую роль в изменении сосудистого тонуса у женщин имеет повышение активности симпатического отдела ВНС. Среднее значение RRNN не имело достоверных связей ни с временными ни с спектральными показателями ВСР.

Таблица 2.

5. Женщины с доминированием парасимпатического отдела ВНС. Средний возраст составил 30.9 ± 1.8 лет ($n=8$). Вегетативный индекс Кердо у всех был отрицательный и составлял в среднем -30.7 ± 2.77 ед. Индекс Кетеле в среднем по группе составил 23.4 ± 2.12 кг/м². Систолическое артериальное давление было в пределах нормальных значений 124 ± 4.29 мм рт. ст., а диастолическое давление было повышенным - 85.6 ± 1.94 мм рт. ст. ДАД отличалось от должного на 13.6%. Частота сердечных сокращений составила в среднем - 66 ± 0.4 уд. мин. Среднее гемодинамическое давление было также высоким, как и у симпатотоников (98.5 ± 2.7 мм рт. ст.). Удельное периферическое сопротивление в отличие от симпатотоников было значительно выше (46.5 ± 4.41 дин*с*см⁻⁵/м²) и отличалось от должных значений (29.8 ± 1.02 дин*с*см⁻⁵/м²). Сердечный индекс был значительно ниже такового у «симпатотоников» (2.21 ± 0.13 л/м² против 3.61 ± 0.3 л/м²), что указывает на гипокINETический тип кровообращения. Коэффициент эффективности миокарда был низким (0.58 ± 0.016 ед.). По-видимому, у лиц с повышенным артериальным давлением низкая ЧСС постепенно приводит к уменьшению УОК, росту общего периферического сосудистого сопротивления и снижению МОК и эффективности кровоснабжения. Подобная динамика может быть расценена как активация под влиянием гипоксического стимула сегментарных механизмов симпатической регуляции при одновременном вагусном ингибировании и снижении активности центральных гипоталамических механизмов симпатического контроля функций кровообращения [25]. Показано, что гиповолемия индуцирует рост симпатической активности, а восстановление объема крови приводило к снижению этой активности [26]. Действительно, МОК у лиц с доминированием парасимпатического отдела ВНС существенно ниже такового у симпатотоников.

Изучение корреляционных связей между отдельными показателями гемодинамики показало следующее. Выявлены достоверные связи АДС с ПД ($r=0.97$; $p=0.00001$), ИНМ ($r=0.85$; $p=0.0068$). В отличие от мужчин связь АДС с ВРМ оказалась недостоверной. Также в отличие от мужчин связь АДС с АДД была достоверной ($r=0.94$; $p=0.0004$). Намечается связь АДС с ОПСС ($r=0.68$; $p=0.06$).

Диастолическое артериальное давление, в отличие от мужчин, имело достоверные связи кроме СрГД с ОПСС ($r=0.79$; $p=0.017$), хотя связь с УПС была не значимой. Достоверная связь АДД была с АП ($r=0.80$; $p=0.017$), ИНМ ($r=0.75$; $p=0.031$). У женщин, в отличие от мужчин с аналогичным исходным вегетативным тонусом, обнаружены достоверные связи ЧСС с МОК ($r=0.72$; $p=0.046$), СИ ($r=0.82$; $p=0.014$), индексом кровоснабжения ($r=0.82$; $p=0.01$) и отрицательная связь с индексом Кетеле ($r=-0.72$; $p=0.044$). Таким образом, можно предположить, что ведущая роль в регуляции гемодинамики при доминировании парасимпатического отдела ВНС отводится изменению сосудистого тонуса. Определенную роль играет и избыточная масса тела.

Изучение вариабельности сердечного ритма показало следующее. Значение $rMSSD$, $pNN50$ указывало на доминирование парасимпатического отдела ВНС (Табл.2). В то же время в спектре сердечного ритма доминировали LF волны, что можно трактовать как усиление симпатических влияний на сердечный ритм. Диапазон LF, как известно, отражает активность вазомоторного центра и преимущественно имеет отношение к активности симпатического звена вегетативной регуляции сердечного ритма. В процентном отношении LF домен также был доминирующим. Таким образом, повышение ОПСС может связано с увеличением активности вазомоторного центра.

Изучение корреляционных связей между показателями гемодинамики и ритма сердца показало следующее. АДС и АДД не имело достоверных связей с показателями сердечного ритма. Это, вероятно, свидетельствует о преобладании нейрогуморального контура регуляции [27, 28]. Корреляционный анализ показал также, что среднее значение RRNN также не имело связей ни с временными не с спектральными показателями сердечного ритма.

6. Женщины с нормотоническим типом ВНС. Средний возраст составил 29.63 ± 1.1 лет ($n=19$). Индекс Кетеле в среднем по группе достигал 23.3 ± 1.07 кг/м². Систолическое артериальное давление равнялось 130 ± 3.4 мм рт. ст., а диастолическое давление – 89.1 ± 1.86 мм рт. ст. Частота сердечных сокращений

составила в среднем - 76 ± 1.2 уд/мин. Среднее гемодинамическое давление было также высоким как и у симпатотоников и ваготоников (103 ± 2.28 мм рт. ст). Удельное периферическое сопротивление в отличие от симпатотоников было значительно больше (41.7 ± 2.15 дин*с*см⁻⁵/м²) и отличалось от должного значения (31.7 ± 0.84 дин*с*см⁻⁵/м²). ВИК был отрицательным практически у всех обследованных и составлял в среднем -17.0 ± 2.94 ед., хотя среднее значение R-R интервалов соответствовало нормотонии. Сердечный индекс занимал промежуточное положение между симпатотониками и ваготониками (2.53 ± 0.09 л/м²). АП (2.6 ± 0.1 балла) указывал на напряжение регуляторных систем. Коэффициент эффективности миокарда (КЕК) также был низким (0.5 ± 0.013 ед).

Изучение корреляционных связей между отдельными показателями гемодинамики показало следующее. Выявлены достоверные связи АДС с АДД ($r=0.55$; $p=0.015$), СрГД ($r=0.92$; $p=0.00000$). У мужчин достоверной связи с АДД не было. Обнаружены достоверные связи АДС с ПД ($r=0.80$; $p=0.00003$), СрГД, ИНМ, ВРМ, КЕК). Не было достоверных связей АДС с ВИК. Определенная связь, в отличие от мужчин, прослеживается с УПС ($r=0.42$; $p=0.068$). Диастолическое артериальное давление, так же как и у мужчин с аналогичным типом ВНС, имело достоверные связи с УОК ($r=-0.69$; $p=0.0009$), ВИК ($r=-0.7$; $p=0.001$), УПС ($r=0.55$; $p=0.014$). В отличие от мужчин выявлена достоверная отрицательная связь АДД с МОК ($r=-0.53$; $p=0.018$) и с КЕК ($r=-0.48$; $p=0.036$), однако связи с ВРМ не было. Частота сердечных сокращений, также как и мужчин, была достоверно связана с ВИК ($r=0.6$; $p=0.007$), ИНМ ($r=0.64$; $p=0.0026$). Также, в отличие от мужчин с аналогичным типом ВНС. У женщин обнаружены достоверные связи ЧСС с МОК ($r=0.6$; $p=0.007$), КЕК ($r=-0.74$; $p=0.00024$). Таким образом, эффективное движение крови при данном типе ВНС у женщин больше определяется активностью сосудистого тонуса и повышением сократительной способности миокарда, что способствует повышению внешней работы сердца с высоким энергетическим запросом.

Изучение variability сердечного ритма показало следующее. Значение АМо указывало на активацию гуморального канала регуляции (Табл.2), но она была меньше таковой у симпатотоников. Характерно снижение variability сердечного ритма (ниже 15%). Значения показателей rMSSD и pNN50, характеризующие парасимпатическое звено ВНС, были низкими. ИН соответствовал нормальным значениям. Характерно усиление симптоадреналового тонуса, но существенно меньше чем у симпатотоников.

Мощность в LF –диапазоне была доминирующей. Аналогичная закономерность сохранялась и в нормализованных единицах. При этом соотношение LF/HF составило 2.08 ± 0.43 . Индекс централизации был достаточно высоким (табл.2).

Изучение корреляционных связей между показателями гемодинамики и ритма сердца показало следующее. АДС имело достоверные связи с ВПР ($r=0.52$; $p=0.023$), что указывает на связь ЧСС с активностью симпатической нервной системы. Связь АДД с показателями СР не выявлена. Среднее значение RRNN имело достоверные связи с большинством как временных так и спектральных показателей СР. Прямые связи RRNN установлены с rMSSD ($r=0.60$; $p=0.007$), HF ($r=0.52$; $p=0.023$), а отрицательные связи с ВПР ($r=-0.59$; $p=0.007$), ИН ($r=-0.49$; $p=0.034$), САТ ($r=-0.53$; $p=0.021$), VLF ($r=-0.48$; $p=0.036$). Это можно рассматривать как снижение активности парасимпатического отдела ВНС и усиление гуморально-метаболического звена по отношению к рефлекторному уровню регуляции сердечного ритма.

Выводы

1. Изменения центральной гемодинамики у лиц с повышенным артериальным давлением при доминировании симпатического отдела ВНС происходит преимущественно за счет повышения нейрогуморальных (надсегментарных) центров регуляции. Предположительными механизмами, через которые высокая ЧСС увеличивает сердечно-сосудистый риск, являются повышенная потребность миокарда в кислороде, истощение энергетических резервов сердца, что отражают значения двойного произведения и индекса напряжения миокарда при практически нормальных значениях удельного периферического сопротивления. У мужчин значимые корреляции наблюдались между показателями характеризующими выброс сердца и частотой сердечных сокращений. У женщин тесные корреляционные связи показателей гемодинамики в большей степени связаны с АДД и ЧСС. Изменения вариабельности сердечного ритма отражают как абсолютные, так и относительные изменения функциональной активности вегетативных (сегментарных) и нейрогуморальных (надсегментарных) центров регуляции: снижение активности первых происходит в большей степени, чем вторых, что приводит к росту централизации управления сердечным ритмом.

2. Наиболее выраженные изменения центральной гемодинамики у лиц с повышенным АД, о чем свидетельствует снижение МОК, сердечного индекса, увеличение общего и удельного сосудистого периферического сопротивления, определяются у мужчин и женщин с ваготоническим типом вегетативной регуляции. Корреляционные связи ЧСС и показателей гемодинамики у мужчин становятся не значимыми. Достоверные связи ЧСС и с АДС и АДД сохранялись у женщин. У женщин, в отличие от мужчин, значимым в уровне АД становится избыточная масса тела. Центральные влияния направлены на регуляцию сосудистого тонуса. Расстройства гемодинамики и ритма сердца обусловлены значительным изменением вазомоторного центра в сочетании с усилением роли гуморально-метаболических воздействий на пейсмекерную функцию синоаурикулярного узла, а также снижением реактивности ритма при действии стимулов.

3. При нормотоническом типе ВНС изменения гемодинамики, ритма сердца, а также корреляционные связи между ними больше соответствовали больше таковым при доминировании парасимпатического отдела ВНС, особенно у лиц женского пола.

4. Изучение ВРС позволяет количественно охарактеризовать активность различных отделов вегетативной нервной системы через их влияние на функцию синусового узла при начальных проявлениях артериальной гипертензии.

Список литературы

1. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика / под ред. А. М. Вейна. М.: Медицинское информационное агентство, 2000. 956 с.
2. Esler M. Sympathetic activity in experimental and human hypertension. In Mancia G edc. Handbook of hypertension // Elsevier. 1997. Vol. 17. P. 628–673.
3. Piccirilo G. et al. Autonomic modulation of heart rate and blood pressure variability in normotensive offspring of hypertensive subjects // J. Lab Clin Med. 2000. Vol. 135. P. 145–152.
4. Ferrie C. et al. Evidence of increased noradrenaline release from subcortical brain

regions in essential hypertension // *J. Hypertens.* 1993. Vol. 11. P. 1217–1227.

5. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Изд. второе, переработанное и доп. Иваново: Иван. мед. академия, 2002. 290 с.

6. Kuch B., Hense H.W., Sinnreich R. et al. Determinants of short-period heart rate variability in the general population // *Cardiology.* 2001. Vol. 95(3). P. 131-138.

7. Терещенко С.Н., Ускач Т.М., Косицина И.В., Джаиани Н.А. Особенности сердечно-сосудистых заболеваний и их лечения у женщин // *Кардиология.* 2005. № 1. С. 98-104.

8. Прохорович Е.А., Ткачева О.Н., Адаменко А.Н. Особенности клинического течения и лечения артериальной гипертензии у женщин // *Трудный пациент.* 2006. № 4(8). С. 35-38.

9. Starr. Y. Clinical test as simple method of estimating cardiac stroke volume from blood pressure and age // *Circulation.* 1954. № 9. P. 664.

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

11. Дуда. И.В. Клиническое акушерство. М. : Медицина, 1997. 604 с.

12. Аринчин В.Ф. Оценка функционального состояния сердца у детей в онтогенезе // *Вопросы охраны материнства и детства.* 1983. № 2. С. 21.

13. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. 248 с.

14. Пирогова Е.А., Иващенко Л.Я., Страпко Н.П. Влияние физических упражнений на работоспособность человека. Киев: Здоровье, 1986. 152 с.

15. Дубровский. В.И. Валеология. Здоровый образ жизни. М.: RETORIKA, 2001. 560 с.

16. Агаджанян Н.А. Особенности адаптации сердечнососудистой системы юношеского организма // *Физиология человека.* 1997. Т. 23. № 1. С. 93-97.

17. Новожилов Г.Н., Давыдов О.В., Мазуров К.В. и др. Вегетативный индекс Кердо как показатель первичного приспособления к условиям жаркого климата // *Воен.-мед. журнал.* 1969. № 8. С. 68.

18. Вейн. А.М. Вегетативные расстройства: клиника. диагностика. лечение. М.: МИА, 2000. 725 с.
19. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Вакулин В.К. и др. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе изменения адаптационного потенциала системы кровообращения // Здоровоохранение РФ. 1987. № 8. С. 6-10.
20. Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология в клинической и исследовательской практике. CONAN_m – 3.0 для Windows. М.: Информатика и компьютеры, 1998. 284 с.
- 20.Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability.Standarts of measurement, physiological interpretation and clinical use // Circulation. 1996. Vol. 93. P. 1043-1056.
- 21.Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 66-85.
- 22.Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Изд. второе, переработанное и доп.: Иваново: Иван. мед. академия, 2002. 290 с.
23. Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология в клинической и исследовательской практике. CONAN_m – 3.0 для Windows/ А.П. Кулаичев – М.: Информатика и компьютеры, 1998. 284 с.
24. Григорьев А.И., Баевский Р.М. Концепция здоровья и проблема нормы в космической медицине. М.: Слово, 2001. 96с.
25. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Иваново, 2000. 182с.
- 26.Iwasaki K-i. Zhang R.. Perlwnen M.A. et al. Reduced baroreflex control of heart period after bed rest is normalized by acute plasma volume restoration // Am. Physiol. Regul. Integr. Сотр. Physiol. 2004. Vol. 287. P. 1256.
- 27.Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторингования вариабельности ритма сердца // Вестник аритмологии. 2003. Т. 32. С. 15.
- 28.Zemaityte D., Varoneckas G., Dilkaite V., Martinke-nas A. Baroreflex sensitivity

and heart rate variability // *Electrocardiology'97: Proc. XXIV Intern. Congr. on Electrocardiology*. Bratislava, 1997. P. 85.

Таблица 1

Показатели сердечного ритма у мужчин с АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M±m)

Показатели	Наименование типа	р	1. Симпатич. (n=10)	2. Нормотонич. (n=26)	3. Ваготонич. (n=7)	2-1	2-3
RRNN, мс			648±11.92	785±10.71	959±19.3	0.0000	0.0000
SDNN, мс			27.29±3.92	44.1±3.15	43.4±3.84	0.002	0.79
rMSSD, мс			20.24±3.86	33.35±3.41	37.53±5.25	0.004	0.25
pNN50, мс			2.15±1.1	6.06±1.21	7,74±2.35	0.017	0.33
АМО, %			60.73±4.16	45.39±2.4	46.17±3.44	0.005	0.72
ИН, ед			339.5±52.75	139.6±13.2	108.8±14.8	0.0009	0.38
САТ, %			1341.3±189.1	697±89.19	647.04±111.3	0.007	0.96
TP, мс ²			3163±1145	6413±926	6014±1067	0.006	0.86
VLF, мс ²			1672±670	2438±339	2584±445.8	0.041	0.42
LF, мс ²			1043±305	2763±540	16157±379	0.009	0.31
HF, мс ²			447±200	1212±285	1815±526	0.011	0.09
VLF, %			47.5±3.7	41.5±3.33	46.83±6.65	0.1	0.4
LF, %			37.27±3.26	41.45±3.32	25.59±3.53	0.38	0.022
HF, %			15.22±2.72	17.05±2.16	27.57±4.96	0.88	0.058
LF/HF			3.34±0.74	4.08±0.79	1.08±0.16	0.8	0.013
LF nu			71±3.9	69.8±3.24	53.2±4.27	0.8	0.014
HF nu			28.9±3.9	30.2±3.3	49.7±4.34	0.8	0.013
ИАЦ, ед			0.91±0.11	0.98±0.11	0.51±0.11	0.9	0.032
ИЦ, ед			7.4±1.3	8.3±1.3	3.7±1.0	0.88	0.058

Примечание: 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 NN 50 от общего количества последовательных пар интервалов R-R, различающихся более чем на 50 мс; АМО- амплитуда моды; ИН - индекс напряжения; САТ- симпатоадреналовый тонус; ИЦ- индекс напряжения; ИАП- индекс активации подкорковых центров; 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; LF/HF — соотношение мощностей спектра диапазонов низких и высоких частот; LF nu - мощность спектра в диапазоне низких частот в нормализованных единицах; HF nu – относительное значение мощности волн в диапазоне высоких частот в нормализованных единицах; ИАЦ- индекс активации подкорковых центров; ИЦ- индекс централизации; * р₂₋₁ - различия между симпатотониками и нормотониками, р₂₋₃ - различия между ваготониками и нормотониками

Таблица 2.

Показатели сердечного ритма у женщин с АГ в зависимости от исходного вегетативного тонуса ($M \pm m$)

Показатели	Наименование типа	р	1	Симпатический						
(n=7)	2	Нормотонический								
(n=19)	3	Ваготонический								
(n=8)	2-1	2-3	RRNN, мс	639±11.81	790±12.31	907±7.2	0.0001	0.0000	SDN	
			N, мс	31.9±3.16	43.9±2.65	68±8.82	0.03	0.013	rMSSD,	
			мс	21.91±2.96	37.05±3.51	67.23±10.25	0.019	0.008	pNN50,	
			мс	2.0±1.1	7.89±1.53	17,18±2.55	0.011	0.007	АМО,%	
				59.3±4.39	45.33±2.27	31.7±2.77	0.015	0.002	ИН,	
			ед	297.5±62.05	128.6±12.12	58.8±10.08	0.0016	0.002	САТ,%	
				±79.39	246.4±56.04	0.046	0.01	ТР,мс		
			²	2845±47.7	5854±790.8	15576±3945	0.022	0.009	VLF,	
			мс ²	1270±282	1870±227	3581±697	0.068	0.012	LF,	
			мс ²	1019±198	2232±432	6767±1941	0.078	0.019	HF,	
			мс ²	555±224	1752±336	5227±1532	0.011	0.025	VLF,%	
				45.37±6.05	37±3.53	28.03±3.15	0.34	0.12	LF,%	
				37.7±6.26	35.1±2.65	38.7±3.98	0.97	0.44	HF,%	
				16.91±3.79	27.9±3.67	33.24±2.76	0.17	0.26	LF/	
				HF	3.86±1.67	2.08±0.43	1.38±0.35	0.28	0.65	LF,
			nu	68.3±5.69	57.5±4.34	53.2±4.27	0.28	0.67	HF,	
			nu	32±5.7	43±4.3	47±4.3	0.28	0.67	ИАЦ,	
			ед.	1.12±0.42	0.9±0.11	0.85±0.15	0.75	0.8	ИЦ,	
			ед.	7.8±2.2	4.5±0.9	2.3±0.05	0.17	0.26	Примечание:	
				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 NN 50 от общего количества		
				последовательных пар интервалов R-R, различающихся более чем на 50 мс;		АМО-		амплитуда		
				моды;		ИН -		индекс		
				напряжения;		САТ-		симптоадреналовый		
				тонус;		ИЦ-		индекс		
				напряжения;		ИАП-		индекс		
				активации		подкорковых		центров;		
				ТР-		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; LF/HF — соотношение мощностей спектра диапазонов низких и высоких частот; LF nu - мощность спектра в диапазоне низких частот в нормализованных единицах; HF nu – относительное значение мощности волн в диапазоне высоких частот в нормализованных единицах; ИАЦ- индекс активации подкорковых центров; ИЦ- индекс централизации; * p_{2-1} - различия между симпатотониками и нормотониками, p_{2-3} - различия между ваготониками и нормотониками